سلسلة الفكر العربى للتنوير العلمى



أشعة الليزر واستخداماتها فى الطب



دكتور
أحمد الناغى
دكتور
رشاد فؤاد السيد





أشعة الليزر واستخداماتها فى الطب

أ. د. أحمد الناغى
دكتوراه العلوم D.S.C فى الفيزياء
أستاذ الفيزياء بجامعة القاهرة

د. رشاد فؤاد السيد
ماجستير الجراحة العامة
مدرس مساعد بكلية الطب - جامعة الأزهر بالقاهرة

الطبعة الأولى
١٤٢٢هـ - ٢٠٠١م

ملتزم الطبع والنشر
دار الفكر العربى
٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة
ت: ٢٧٥٢٩٨٤ - فاكس: ٢٧٥٢٧٣٥
www.darelfikrelarabi.com
INFO@darelfikrelarabi.com

٦١٥,٨٤٢ أحمد الناغي.

أ ح أ ش أشعة الليزر واستخداماتها في الطب/ أحمد الناغى، رشاد فؤاد السيد.- القاهرة: دارالفكر العربى، ٢٠٠١.

١٤٨ص: إيض ؛ ٢٤ سم.-(سلسلة الفكر العربى للتنوير العلمى ؛ ٣).

بيليوجرافية : ص١٣٧ - ١٤٨.

يشتمل على قاموس إنجليزى - عربى.

تدمك : ٣-١٤٢٩-١٠-٩٧٧

١-أشعة ليزر. أ- رشاد فؤاد السيد، مؤلف مشارك .

ب- العنوان. جـ السلسلة.

تصميم وإخراج فنى

ثريا إبراهيم حسين & منى حامد عمارة



بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم السلسلة

الحمد لله رب العالمين. . والصلاة والسلام على أشرف المرسلين، سيدنا محمد النبى الأمى العربى الصادق الأمين، وعلى آله وصحبه والتابعين له بإحسان إلى يوم الدين.

أما بعد،

إن مصطلح «**التنوير العلمى**» وعلاقته بدور الثقافة العلمية فى تنمية المجتمعات يكتسب فى عصرنا أهمية متزايدة، وخاصة بعد التفجر المعرفى الهائل الذى غيَّر كثيرًا فى الأنماط الفكرية والسلوكية للإنسان، وبعد أن تدخل العلم بنظرياته وتقنياته في مختلف مجالات النشاط الإنسانى. ذلك أن الثقافة بمعناها الشامل هى فى واقع الأمر ثقافة للحياة باعتبارها موضوع البحث لكل العلوم على اختلاف مجالاتها.

ومن الطبيعى أن تقف الأمية العلمية فى أى مجتمع من المجتمعات حائلاً منيعًا أمام فهم طبيعة العلم والتقنية وحقيقة دورهما فى البناء والتنمية، سواء على المستوى الفكرى من حيث المفهوم، أو على مستوى التطبيق من حيث الأثر ومدى مواكبته لحركة العصر.

من هنا تبرز أهمية التنوير العلمى الذى يعتمد على كفاءة الكاتب ومستوى إعداده علميا وثقافيا، ويراعى طبيعة المخاطبين على المستويات العمرية والمعرفية المختلفة، بحيث تصل إليهم المعلومات فى سهولة ويسر دون إسهاب ممل أو إيجاز مخل أو تبسيط على حساب المعنى والمضمون. . ويدعم هذه الرسالة التنويرية

ما يضيفه الكاتب من أسلوب رصين جذاب يتوقف على رصيده من اللغة وثروتها الجمالية البليغة.

ولقد استشعرت **دار الفكر العربى** أبعاد هذه الرسالة فى عالمنا العربى، فشرعت فى إعداد «**سلسلة التنوير العلمي**»، وعهدت بالمسئولية إلى هيئة استشارية تتولى التخطيط لإصدارها واستكتاب أهل الخبرة والاختصاص من علماء الأمة ومفكريها للإسهام فى نشر الثقافة العلمية الرشيدة.

هذا، وبالله التوفيق

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين

أحمد فؤاد باشا

جميع المراسلات والاتصالات على العنوان التالى:

دار الفكر العربى

سلسلة الفكر العربي للتنوير العلمي

٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة

ت: ٢٧٥٢٩٨٤ - فاكس: ٢٧٥٢٧٣٥

www.darelfikrelarabi.com
INFO@darelfikrelarabi.com

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِن شَجَرَةٍ مُّبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لاَّ شَرْقِيَّةٍ وَلا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُّورٌ عَلَىٰ نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ (٣٥) ﴾ [النور]



إهداء

إلى روح والدينا

أسكنهما الله فسيح جناته

وغمرهما بنوره الذى لا يخبو أبدا.

المؤلفان

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين. الحمد لله الذى هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله.

أما بعد،

فإن المكتبة العربية لا زالت تفتقر إلى الكتب العلمية الميسرة التى تشرح لعامة الناس المستجدات العلمية الحديثة ومدى التطور التقنى الذى يسير بخطى متسارعة نحو آفاق كانت فى الماضى غير البعيد تمثل أحلاما للبشرية ونوعا من الخيال العلمى، وأصبحت فى الوقت الحاضر حقيقة ساطعة بفضل ما يبذله العلماء من جهد وبحث فى أعماق المجهول.

لذلك فقد وجدنا أن من واجبنا المساهمة فى إثراء المكتبة العربية بكتاب فى موضوع من موضوعات الساعة ويدخل فى صلب تخصصاتنا العلمية ويمثل بذلك تكاملا بين فرعين مهمين من فروع المعرفة ألا وهما الفيزياء والطب . وقد روعى فى وضع الكتاب التسلسل المنطقى فى صعود السلم المعرفى بدء بالتفسير اللغوى لكلمة الليزر ومرورا بالمنشأ التاريخى لفكرة الانبعاث المستحث لأشعة الضوء المترابط والتى تولدت بدورها عن فكرة سابقة لها هى الانبعاث المحفز لموجات الراديو والمسمى بالميزر.

وتدريجيا يصعد الكتاب بالقارئ بضع درجات فى المعراج المعرفى فيشرح بلغة ميسرة وبسيطة مع أشكال توضيحية الأسس العلمية لإنتاج أشعة الليزر والشروط الواجب توافرها لحدوث انبعاث محفز لضوء مترابط (أشعة الليزر). ثم يقسم الكتاب أنواع الليزر طبقا للمادة الفعالة المنتجة له وطريقة ضخ الطاقة. وفى الفصل الثانى، يتناول الكتاب بالشرح والمناقشة الخواص الفيزيائية لأشعة الليزر. أما الفصل الثالث فيعدد محاذير استخدام أشعة الليزر وعوامل الأمان الواجب مراعاتها.

أما الفصول التالية من الكتاب فتمثل القسم الأكبر وتحوى شرحا واضحا ومفصلا لتركيب العين البشرية وطريقة عملها وما يعتريها من قصور بفعل المرض أو الزمن أو كليهما، ثم يقدم الوسائل والطرق المبتكرة لعلاج أمراض العيون بأشعة الليزر. ويلى

ذلك تقديم لمكونات الجلد البشرى وكيفية إزالة الخلايا غير المرغوبة، وبالتالى يتطرق لعلاج أمراض الجلد وعيوبه بأشعة الليزر التى تساهم فى وقتنا الحاضر بنصيب وافر فى إجراء جراحات التجميل واستعادة شباب البشرة وغيرها من العيوب التى قد تصيب الجلد البشرى.

ويختص الفصل الثامن من الكتاب بشرح استخدام أشعة الليزر فى علاج العديد من الأورام السرطانية ويقدم فى نهايته برنامجا متكاملا للعلاج الديناميكى الضوئى.

أما استخدام أشعة الليزر بنجاح فى شتى مجالات الجراحة العامة فقد تم بيانه فى الفصل التاسع.

وفى الفصل العاشر يُقدم الكتاب عرضا لبقية ما يصيب الإنسان من أسقام وكيفية تطبيق أشعة الليزر فى علاجها. والكتاب فى هذا الصدد يقدم نموذجا فريدا للسهل الممتنع حيث يشرح الظاهرة بطريقة مبسطة ويقدم الرسوم الإيضاحية الملونة التى تجلو الأمر للقارئ وتحببه إلى نفسه.

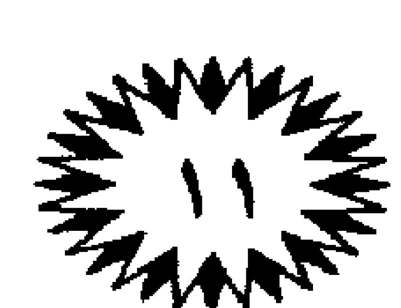
ولا يدع الكتاب ثغرة فى جدار المعرفة إلا ووضع فيها اللبنة المناسبة فيمد القارئ بالمراجع والمصطلحات والأماكن المتعلقة بالموضوع على الشبكة الدولية «الإنترنت».

والمؤلفان يشكران الله سبحانه وتعالى على توفيقه لهما فى هذا العمل التكاملى. ويقدمان أسمى آيات العرفان **لدار الفكر العربى** وإدارتها وهيئتها الاستشارية التى أخذت على عاتقها مسئولية تعريب المعرفة وتيسيرها للقارئ العربى ونشرها لسلاسل من الكتب القيمة.

والله من وراء القصد وهو ولى التوفيق،،

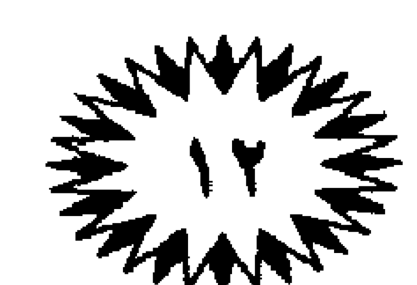
المؤلفان

المحتويات



الفصل الثالث

الفصل الرابع



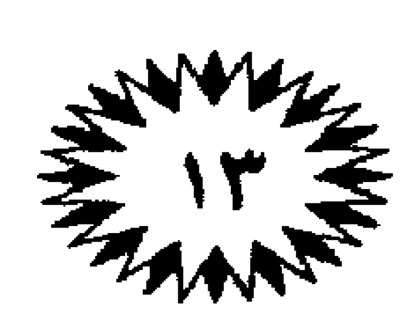
الفصل الخامس

الفصل السادس

الفصل السابع

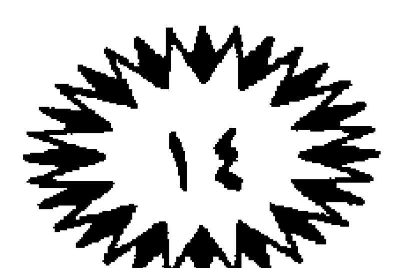
الفصل الثامن

الفصل التاسع



الفصل العاشر

الفصل الحادى عشر



الفصل الأول

خلفية فيزيائية عن أشعة الليزر

١-١ مقدمة

الليزر ترجمة حرفية للأصل الإنجليزى LASER وهى كلمة أوائلية تتكون من الحروف الأولى لكلمات العبارة Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation وتعنى تضخيم الضوء بالانبعاث المُستَحث(المُحفز) للإشعاع.

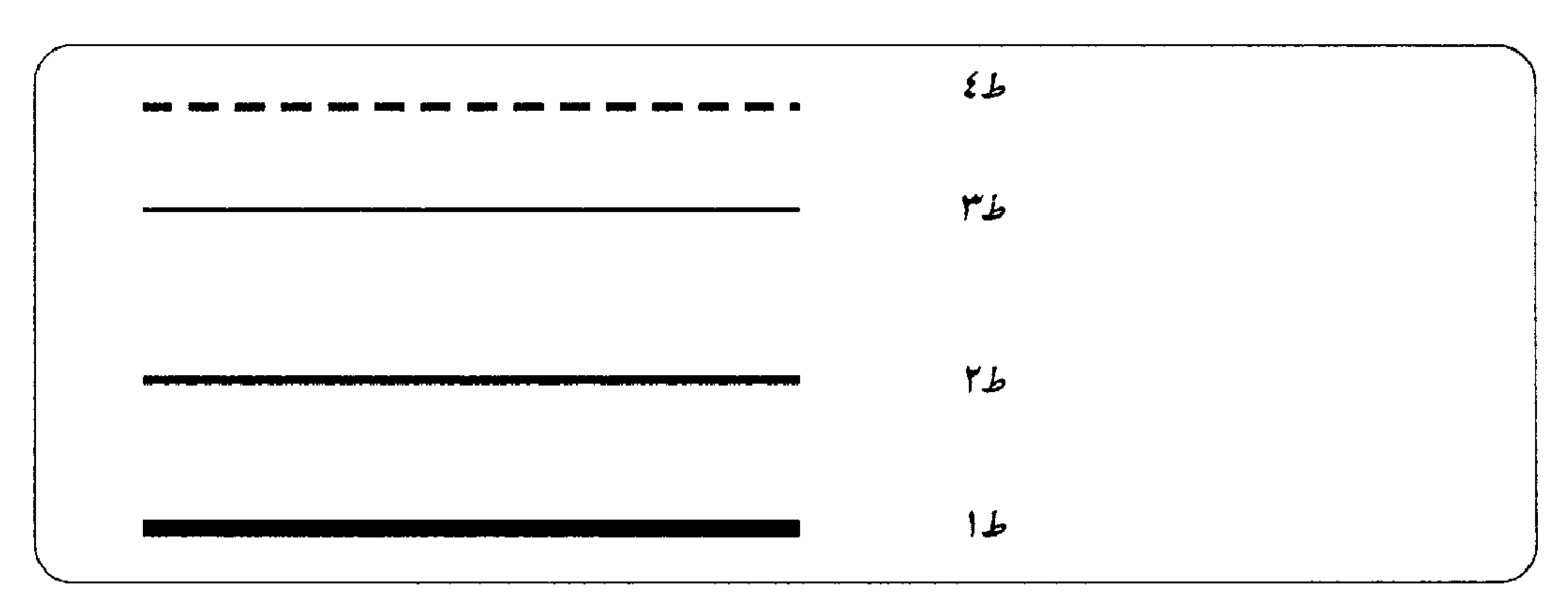
ومن المألوف فى الوقت الحالى استخدام كلمة الليزر كاسم للجهاز الذى يُنتج هذا النوع من الأشعة. ومن الناحية التاريخية يُعتبر جهاز الليزر ثمرةً «للميزر» وهو جهاز مماثل يستخدم أمواج الراديو Radio Waves بدلا من أمواج الضوء المرئى.

فى عام ١٩١٦م أرسى العالم ألبرت أينشتين Albert Einstein المبادئ الضرورية للتطورات اللاحقة فى فيزياء الليزر، وذلك فى بحثه المنشور بعنوان «الانبعاث المُستَحث Stimulated Emission». ولقد بُنيت أفكار أينشتين على نتائج نظرية الكم Quantum Theory التى وضع أُسُسَها العالم الألمانى ماكس بلانك Max Planck فى عام ١٩٠٠ م والعالم الدانمركى نيلز بوهر Niels Bohr فى عام ١٩١٣م.

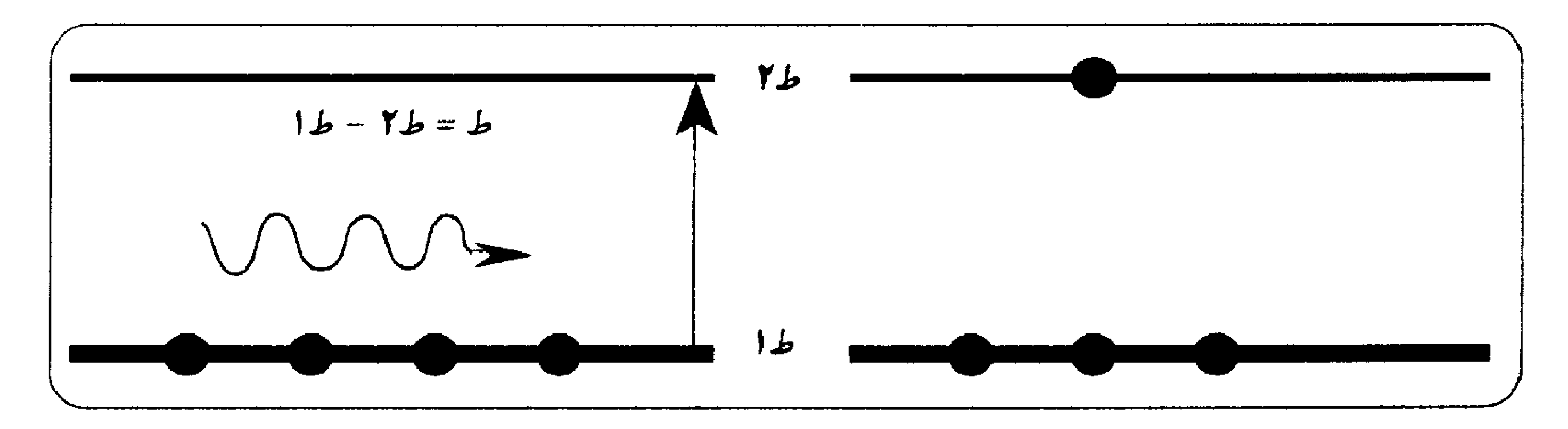
أما أول ميزر بُنى بنجاح فكان على يد تشارلز تاونز Charles Townes ومساعديه فى جامعة كولومبيا بالولايات المتحدة الأمريكية بين عامى ١٩٥١م و١٩٥٣م. ولقد نال تاونز جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٦٤ م بالاشتراك مع العالمين السوفيتيين ن.ج. باسوف و أ.م. بروخروف عن أبحاثهم فى هذا المجال. وفى عام ١٩٥٨م نشر تشارلز تاونز و آرثر شاولو Arthur Schawlow (من مختبرات بل الأمريكية) بحثاً ضمناه أُسُسَ الميزر الضوئى وأسمياه الليزر. ولقد قام تيودور ميمان Theodore Maiman صيف عام ١٩٦٠م ببناء أول ليزر بنجاح فى مختبرات شركة هيوجز للطائرات Hughes Aircraft مُستخدماً تلك الأسس. ومنذ ذلك الحين أُجريت أبحاث كثيرة لتطوير الليزر. وتعددت تطبيقات أجهزة الليزر فى شتى نواحى الحياة وأصبحت هذه الأجهزة واسعة الانتشار من حيث استخدامها فى مجالات كثيرة ومن حيث أحجامها وأشكالها.

١-٢ مــا أشـــعة الليـزر ؟

تنبعث إشـعاعات الـضوء من الذرات. ونشاهد هذه الظاهرة يـوميا فى مـصابيح النيون والعلامات الضـوئية عندما ينبعث الضوء من ذرات النيـون المُثارة . وعادةً ينبعث الضوء بطريقة عـشوائية فى كل الاتجاهات والأزمنة. وتكون النتـيجة ضوءاً غيـر مترابط incoherent وهذا تعـبيـر علمى (تقنى) يعنى أن غـابةً من كمـات الضوء (فـوتونات photons) تتـحرك فى جـميع الاتجـاهات . وتكمن الحـيلة فى إنتـاج الضوء المتـرابط coherent، أى الذى له نفس الاتجاه والتردد frequency (تقريباً) والطور phase، فى إيجاد المادة أو العنصر ذى الذرات التى تمتلك بنية تحتية تجـعلها تتعاون جميعاً فى بعث ضوئها آنياً وفى نفس الاتجـاه. وأشعة الليزر تعنى حزمة متوازية من ضـوء شديدٍ مُركزٍ بالغ الترابط.



شكل (١) رسم تخطيطى لمناسيب الطاقة لذرة ما. أدنى منسوب ط١ يسمى المنسوب الأرضى ground state.والمناسيب الأخرى تسمى مناسيب مثارة excited states .



شكل (٢) رسم تخطيطى يوضح الامتصاص المُحفز لفوتون بواسطة ذرة. النقاط تمثل إلكترونات. ينتقل إلكترون واحد من المنسوب الأرضى ط١ للمنسوب الأول المثار ط٢ عندما تمتص الذرة فوتوناً طاقته = ط٢ - ط١

١-٣ الانبعاث المستحث (المُحفز)

توجد بعض المبادئ الأساسية المُتضمنة فى تشغيل معظم أنواع الليزر وهى :

أ- المناسيب شبه المستقرة (metastable states (energy levels .

ب- ضخ الطاقة energy pumping .

جـ- التفلور fluorescence.

د - الانقلاب الإسكانى population inversion.

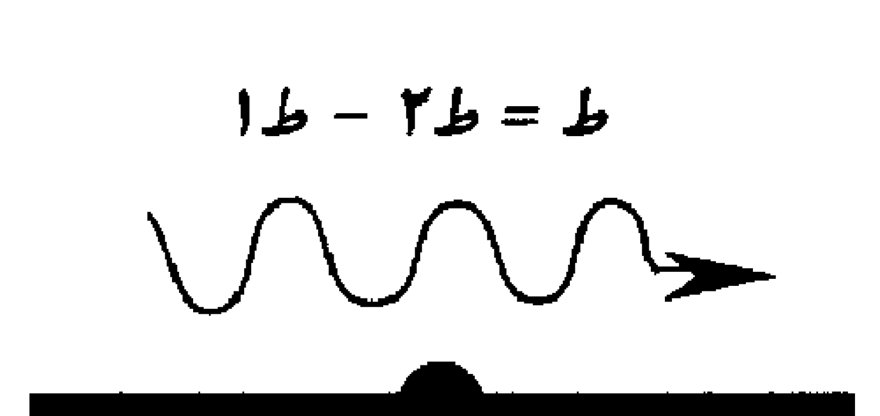
هـ- الرنين resonance.

و - الانبعاث المستحث (المحفز) stimulated emission.

ز- الترابط coherence.

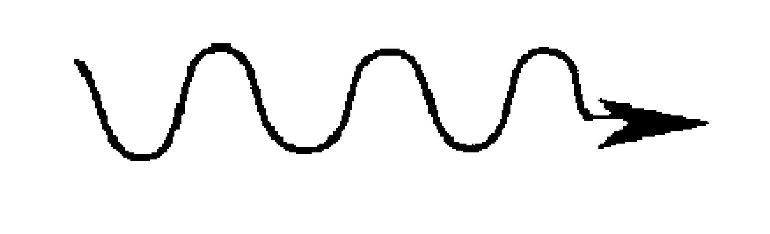
ح- الاستقطاب polarization.

وفى الوقت الذى كانت فيه معظم هذه المفاهيم معروفة من الناحية العلمية ، كان مبدأ الترابط المصاحب للانبعاث المُستحث (المُحفز) هو المفتاح لفهم عمل الميزر والليزر.



الانبعاث التلقائى لفوتون بواسطة ذرة ينتقل إلكترونها من منسوب مثار ط٢ إلى منسوب أرضى ط١ فتشع فوتونا طاقته = ط٢ - ط١

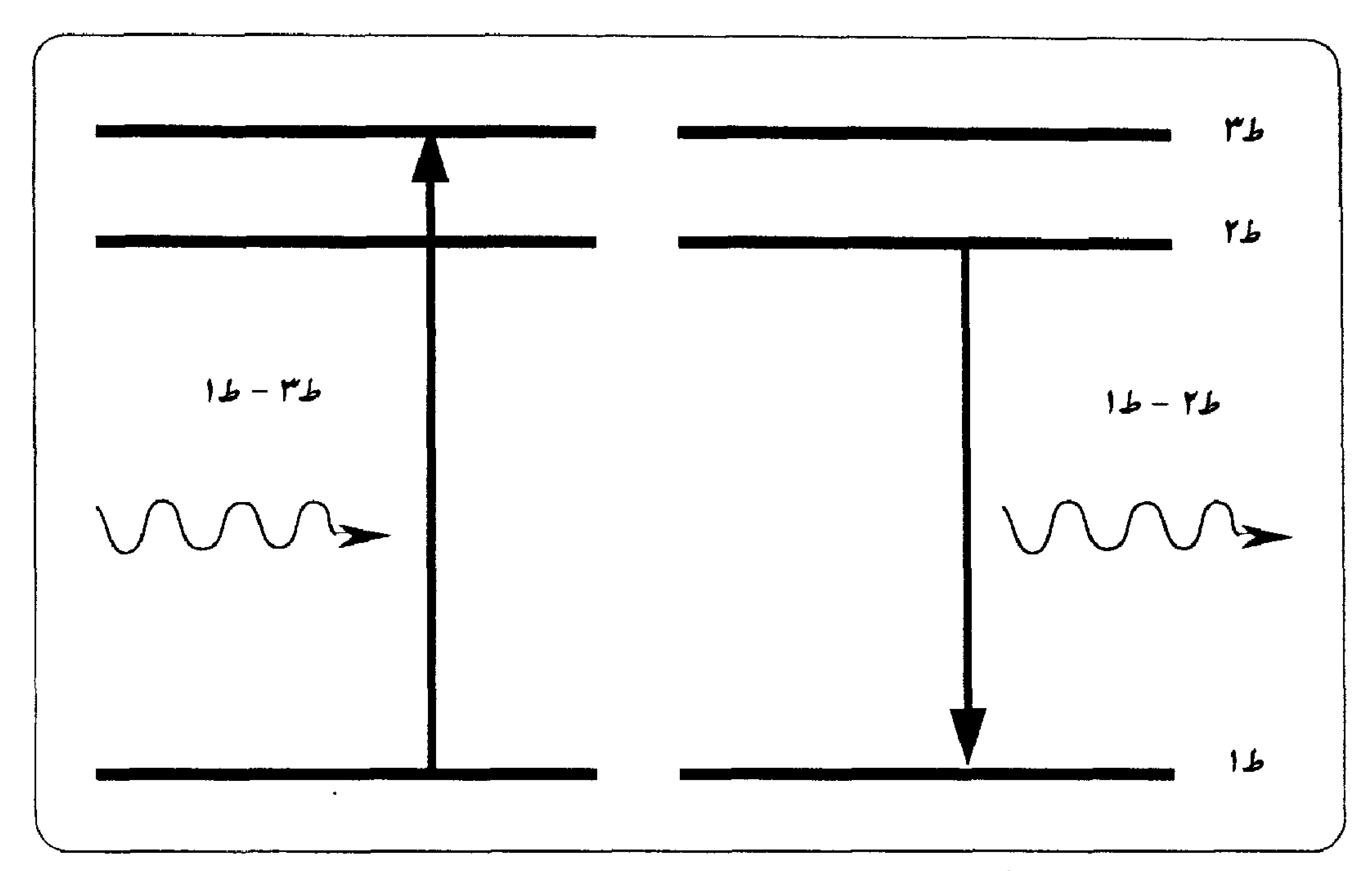
ط٢



ط١

الانبعاث المستحث لفوتون بواسطة فوتون آخر طاقته = ط٢ -ط١ يسقط على ذرة منسوب مثار فيحفزها على إشعاع فوتون ثان طاقته = ط٢ - ط١ أيضا

شكل (٣)



شكل (٤) عملية الفلورة (أ) تمتص ذرة فوتون طاقته = ط٣ - ط١ وتنتهى فى المنسوب المثار ط٣ (ب) تشع الذرة فوتوناً طاقته = ط٢ - ط١ عندما يقفز إلكترون من المنسوب الوسيط ط٢ إلى المنسوب الأرضى ط١ .

لنأخذ فى الاعتبار غازاً ما، فى وعاء يحتوى ذرات طليقة لها عدد من مناسيب الطاقة ، يكون إحداها على الأقل منسوباً شبه مستقر metastable . بإضاءة هذا الغاز بضوء مُتألق optical pumping، يرتفع عدد كبير من الذرات ، خلال الرنين ، من المنسوب الأرضى ground state إلى المناسيب المُثارة excited states . وعند هبوط الإلكترونات ، يقع معظمها فى مصيدة المنسوب شبه المستقر. وإذا هبط إلكترون تلقائيًا من منسوب أعلى إلى المنسوب الأرضى فإنه يُشع فوتوناً طاقته تساوى الفرق بين طاقتى المنسوبين وتسمى هذه العملية بالانبعاث التلقائى spontaneous emission . وإذا كان الضوء الضاخ شديداً بدرجة كافية ، يمكن أن نحصل على الانقلاب الإسكانى population inversion ، أى زيادة عدد الإلكترونات فى المنسوب شبه المستقر عن المنسوب الأرضى.

وعندما يهبط إلكترون من أحد المناسيب شبه المستقرة إلى المنسوب الأرضى فإنه يُشع ضوءًا (فوتونات) ويسمى هذا الإشعاع إشعاعاً فلورياً fluorescent . وبمرور الفوتون بذرة أخرى مجاورة فى المنسوب شبه المستقر نفسه ، يمكنه على الفور تبعاً لمبدأ الرنين أن يحث تلك الذرة على إشعاع فوتون له نفس التردد ويعيدها إلى المنسوب

الأرضى. ويكون للفوتون الناتج نفس التردد والاتجاه والاستقطاب تماماً كالفوتون الأصلى (ترابط مكانى) و نفس الطور والسرعة تماماً (ترابط زمنى). وتسمى هذه العملية بالانبعاث المُستَحث stimulated emission .

١-٤ أنواع الليزر

ذكرنا أنه للحصول على أشعة الليزر من مركب ما يجب أن توجد به ذرات عُنصر أو مادة تمتلك بنية تحتية تجعلها تتعاون جميعاً فى بعث ضوئها آنياً وفى نفس الاتجاه أى تتوافر بها المناسيب شبه المستقرة. ونُطلق على هذه المادة تسمية « المادة الفعالة ». فمثلا، فى حالة ليزر الياقوت الأحمر تتكون المادة أساساً من أكسيد الألومنيوم مضافاً إليها نسبة صغيرة جداً من عنصر الكروم ، وهذا الأخير هو المادة الفعالة فى هذا النوع من الليزر. ويمكن تقسيم أنواع الليزر طبقاً للحالة الفيزيقية للمادة الفعالة (صلبة أو سائلة أو غازية ....إلخ) وكذلك طبقا لطريقة ضخ الطاقة التى ترفع إلكترونات الذرات من المنسوب الأرضى (المستقر) إلى المناسيب العليا (المثارة) وما يتبع ذلك من سقوطها فى مصيدة المناسيب شبه المستقرة. والجدول التالى يعطى ملخصاً لهذا التقسيم :

جدول (١): أنواع الليزر والمادة الفعالة وطريقة ضخ الطاقة فى كل حالة

نوع الليزر	المادة الفعالة	طريقة ضخ الطاقة
الحالة الصلبة	بلورات عازلة كهربائيا وزجاج	الامتصاص الضوئى
الحالة السائلة	سوائل من صبغات عضوية	الامتصاص الضوئى
الحالة الغازية (الذرية)	خليط من الغازات الذرية	التفريغ الكهربائى
الحالة الغازية (الأيونية)	بلازما ساخنة نقية	التفريغ الكهربائى
الحالة الغازية (الجزيئية)	خليط من الغازات الجزيئية	التفريغ الكهربائى
الحالة الكيميائية	خليط من المواد الجزيئية	الامتصاص الضوئى والتفاعلات الكيميائية
حالة البلازما	بلازما عالية التأين	التفريغ الكهربائى والتصادم الإلكترونى
أشباه الموصلات	أشباه الموصلات	الامتصاص الضوئى والتصادم الإلكترونى



١-٤-١ ليزر الحالة الصلبة

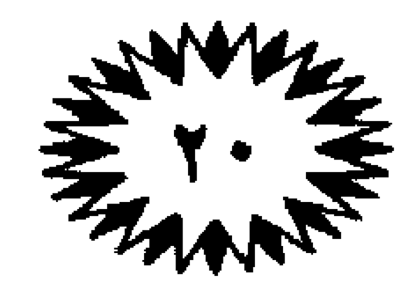
فى الغالب من ليزرات الحالة الصلبة، تكون المادة الفعالة ، عبارة عن مادة عازلة بلورية أو زجاج مضاف إليه نسبة ضئيلة من الشوائب. وأكثر هذه البلورات شيوعاً بلورة الياقوت الأحمر Ruby وهى عبارة عن أكسيد الألومنيوم مضافاً إليه ٠٫٠٥٪ من أيونات الكروم الثلاثية (Al2O3:Cr3+) . وهذه النسبة الضئيلة من أيونات الكروم هى التى توفر المناسيب شبه المستقرة للطاقة، وبالتالى تقدم الظروف المناسبة لحدوث الانقلاب الإسكانى وما يتبعه من انبعاث مُحفزٍ للضوء .

ومن البلورات المستخدمة لإنتاج الليزر أيضاً بلورة الجارنت ألومنيوم - إتريوم Yttrium Aluminium Garnet المُطعمة بأيونات معدن النيوديميوم Neodynium الثلاثية ورمزها الكيميائى ($Y_3Al_5O_{12}:Nd^{3+}$) وتسمى اختصارا بليزر (نيوديميوم -ياج) Nd_3:YAG وهناك أنواع مماثلة من الليزرات مثل ليزر النيوديميوم - زجاج Nd_3:glass وفيه تستخدم أنواع مختلفة من الزجاج مثل زجاج الوريت الذى يحتوى على أكسيد البورون وزجاج فوسفات الرصاص وزجاج السيليكا .

ويمتاز ليزر النيوديميوم - زجاج برخص ثمنه ومقاومة مادته الفعالة للكسر والأضرار الميكانيكية نتيجة خلو الزجاج من الإجهادات والانفعالات الداخلية . ومن الليزرات التى تستخدم فيها أنواع جديدة من المواد ليزر الالكسندرايت Alexandrite ($BeAl_2O_4:Cr^{3+}$) وليزر فلوريد الكالسيوم المضاف إليه أيونات اليورانيوم $CaF_2:U^{3+}$.

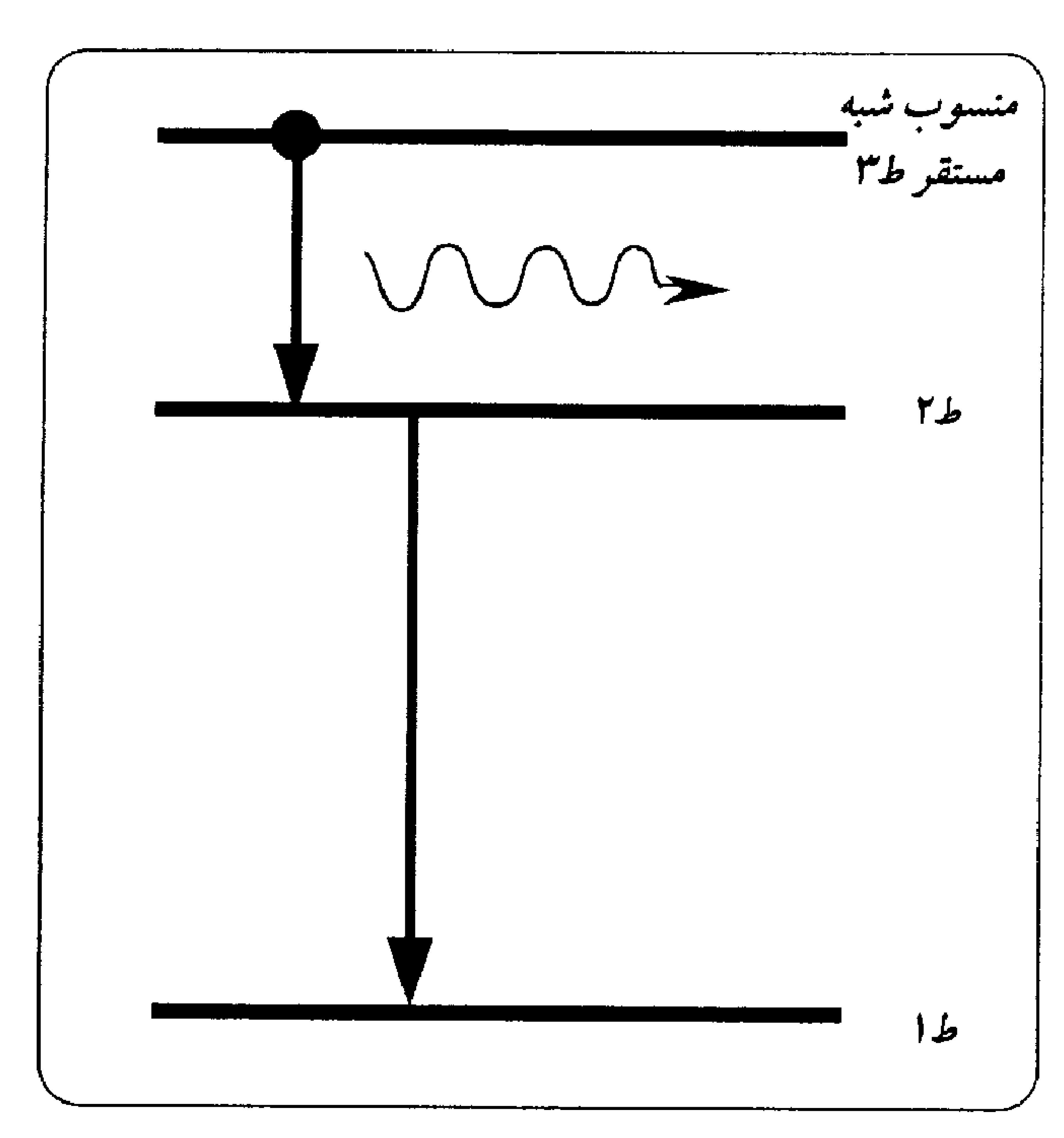
١-٤-٢ ليزر الحالة السائلة

وفيه تكون المادة الفعالة إما محاليل سائلة أو صبغات عضوية أو سوائل تم تحضيرها مع إضافة أيونات بعض العناصر الأرضية النادرة مثل أيونات النيوديميوم أو الأربيوم وتنقسم هذه السوائل إلى نوعين : سوائل عضوية معدنية «شيلات» Organometallic (chelate) أو سوائل غير عضوية «أبروتونيك» Inorganic (Aprotonic) وهناك أنواع أخرى من السوائل المستخدمة كمادة فعالة فى الليزر وأهمها الصبغات العضوية المذابة فى سوائل مثل الماء والإيثانول والميثانول والتولوين والبنزين والأستون وغيرها . والصبغات عبارة عن مركبات عضوية معقدة تمتاز بوجود شرائح عريضة من مناسيب الطاقة تمتص الأشعة فى منطقة كبيرة من أطوال أمواج طيف الضوء المرئى وجزء من طيف الأشعة فوق البنفسجية . ويوجد أكثر من مائتى صبغة عضوية يتم استخدامها فى الحصول على أشعة ليزر ذات أطوال موجية تقع فى المدى من ٠٫٣ إلى ١٫٣ ميكروميتر .



١-٤-٣ ليزر الحالة الغازية (الذرية)

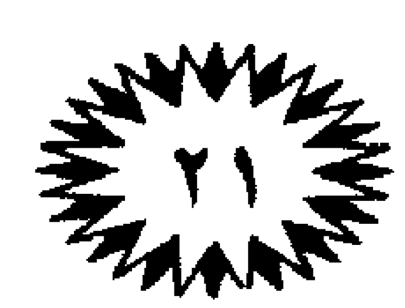
الليزر الغازى هو أكثـر أنواع الليزر استخداماً نظراً لقلة تكلفتـه . وأكثر الليزرات الغـازية (الذرية) شيـوعاً هو الـذى تتكون مادته الفـعالة مـن خليط من غازى الهليـوم والنيون(: He Ne) بنسبـة ١ إلى ١٠ . ويقع شعاع الليـزر الصادر من هذا الخليط فى المنطقة الحـمراء من الضوء المرئى. وتوجد أنواع أخـرى من الليزر تستخدم مـخاليط من الهليوم والسلينيوم (He:Se) ومن الهليوم والكادميوم (He:Cd)، ويقع إشعاعها فى المنطقة الزرقاء من الطيف المرئى.



شكل(٥) رسم تـخطيطى لمناسـيب الطاقة لذرة الـنيون التى ينبعـث منها فـوتون ذو طول مـوجى مـقـداره ٣٦٣٢,٨ نانومتـر، والذى ينتج من انتـقـال إلكترون مـن المنسوب شبـه المستقـر طس إلى المنسـوب ط٢ ، وهذا الانتــقــال هو منبع الضــوء المتـرابط فى ليـزر الهليـوم - نيـون. (النانومتـر يـساوى جـزء من ألف مليون جزء من المتر)*

١-٤-٤ ليزر الحالة الغازية (الأيونية)

تتضمن هذه الأجهزة أنواعاً متعـددة من الليزر ، تكون مادته الفعالة غازاً أحادى التأين، يتولد فى البلازما الساخنة الناتجـة من إحداث تفريغ كهربائى فى الذرات المتعادلة لهذا الغاز الـنقى. ونتيجة للتـفريغ الكهربائى تتكون الذرات أحادية التـأين فى مناسيب مثارة عالية وما تلبث هذه الذرات أن تعود أدراجهـا إلى المناسيب المنخفضة مُطلقةً أشعةً ليزريةً. وأهم هذه الأنواع ليزر الأرجـون أحادى التأين +Ar الذى يُصدر شُعَـاعى ليزر شديدين أحـدهما يقع فى منطقـة الضوء الأخضـر والآخر فى منطقـة الضوء الأزرق .



ويليه فى الأهمية ليزر الكريبتون أحادى التأين Kr + الذى يبعث بأشعة ليزر فى المنطقة الحمراء.

١-٤-٥ ليزر الحالة الغازية (الجزيئية)

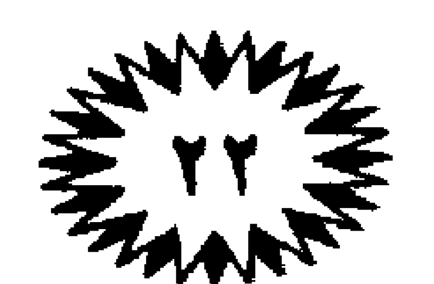
ليزر ثانى أكسيد الكربون هو أشهر هذه الأنواع بسبب استخداماته المتعددة فى الصناعة والطب وفى توليد الطاقة. والمادة الفعالة فى هذا الليزر هى جزيئات ثانى أكسيد الكربون وتنتج أشعة الليزر من انتقالات الإلكترونات بين المناسيب التذبذبية فى الجزيئات. ويقع الطول الموجى لليزر ثانى أكسيد الكربون فى منطقة الأشعة تحت الحمراء غير المرئية.

ويختلف ليزر النتروچين أو الهدروچين الجزيئى عن ليزر ثانى أكسيد الكربون . ففى الحالة الأولى تنتج أشعة الليزر من انتقالات الإلكترونات بين المناسيب الإلكترونية فى جزيئى النتروچين أو الهيدروچين وليس بين المناسيب التذبذبية كما فى حالة ثانى أكسيد الكربون. ويقع الطول الموجى لليزر النتروجين أو الهدروچين الجزيئى فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية. ومن الأجهزة الحديثة لإنتاج هذا النوع من الليزر جهاز ليزر الإكسيمر Excimer Laser . وتسمية "إكسيمر" أخذت من نظرية خطأ تتضمن أن الجزىء المثار يتكون من مركبتين متماثلتين أى أنه excited dimer . والحقيقة أن جزىء الإكسيمر يتكون من ذرة غاز خامل (نادر) inert(rare)-gas متحدة مع ذرة هالوجين ويكون الجزىء فى حالة مثارة excited state ثم لا يلبث أن ينقسم بعد انبعاث أشعة الليزر وعودة الجزىء للمنسوب الأرضى. ومن أمثلة ليزر الإكسيمر ، ليزر : فلوريد الأرجون ArF وفلوريد الكريبتون KrF وفلوريد الإكسينون XeF وكلوريد الأرجون ArCl وكلوريد الكريبتون KrCl وكلوريد الإكسينون XeCl وبروميد الإكسينون XeBr. ويتراوح الطول الموجى لأشعة ليزر الإكسيمر من ١٩٣٠ أنجشتروم (الأنجشتروم وحدة لقياس الطول الموجى وتساوى $١٠^{-٨}$ سم أى جزء من مائة مليون جزء من السنتيمتر) فى حالة فلوريد الأرجون ArF إلى ٣٥١٠ أنجشتروم فى حالة فلوريد الإكسينون XeF .

١-٤-٦ ليزر الحالة الكيميائية

وفيه يتم إطلاق الطاقة الكيميائية المخزونة فى بعض المواد عن طريق التفاعلات الكيميائية وتحويلها لطاقة ضوئية فى صورة أشعة الليزر. وأكثر هذه المواد استخداماً الهدروچين والفلورين. فإذا حدث تفاعل بين ذرة فلورين F وجزىء هدروچين H2 ينتج جزىء فلوريد الهدروچين HF فى منسوب مثار وتنطلق طاقة طبقا للمعادلة الكيميائية :

$$2\,F + 2\,H_2 \rightarrow 2HF + H_2 + \text{energy} \quad \textit{(طاقة)}$$



وعندما تتكون جزيئات فلوريد الهدروچين HF تكون فى مناسيب (طاقة) تذبذبية عالية سرعان ما تهبط إلى المنسوب الأرضى وتنبعث منها أشعة ليزر طولها الموجى يتراوح من ٥ , ٢ إلى ٤ , ٣ ميكرومتر. وقد تمكن العلماء من تحضير مواد أخرى تطلق أشعة ليزر طبقاً للتفاعلات الكيميائية التالية:

$$2F + 2D_2 \rightarrow 2DF + D_2 + \text{energy}$$ *(طاقة)*

$$2H + 2Cl_2 \rightarrow 2HCl + Cl_2 + \text{energy}$$ *(طاقة)*

$$2Cl + 2HI \rightarrow 2HCl + I_2 + \text{energy}$$ *(طاقة)*

وتمتاز هذه المواد بقدرتها على إنتاج طاقة ضوئية عالية ناتجة من الطاقة الكيميائية المختزنة دون الحاجة لضخ طاقة كهربائية أو ضوئية.

١-٤-٧ ليزر البلازما

المادة فى أطوارها الثلاثة المعتادة تتكون من ذرات متعادلة كهربائيًّا. والذرات تتكون بدورها من إلكترونات وأنوية ترتبط ببعضها بقوة تجاذب كهروستاتيكى. وإذا ضُخت كمية كافية من الطاقة فى المادة (مثل إحداث تفريغ كهربائى بها) فإن الإلكترونات السالبة الشحنة تتحرر من إسار الذرة مُخلفةً وراءها أيونات موجبة. وتتكون حالة من المادة تكونَ فيها الإلكترونات السالبة الشحنة والأيونات موجبة الشحنة فى حالة حرة ومتلاطمة يتصادم بعضها ببعض، وتسمى هذه الحالة بالحالة الرابعة للمادة أو حالة البلازما. وهذه الحالة ذات عمر قصير جداً، إذ لا تلبث الأيونات أن تتحد بالإلكترونات مكونة ذرات متعادلة كهربائيًّا وتنطلق طاقة تسبب رفع الإلكترونات إلى مناسيب عليا فى الذرات، ويقل عددها فى المناسيب الأرضية أى يحدث انقلاب إسكانى مما يؤدى فى النهاية لانبعاث أشعة الليزر. وهناك أبحاث عديدة تُجرى للحصول على أشعة ليزر ذات طول موجى فى نطاق الأشعة السينية، ويقدر لها أن تُحدث طفرة فى علاج وتشخيص الأمراض.

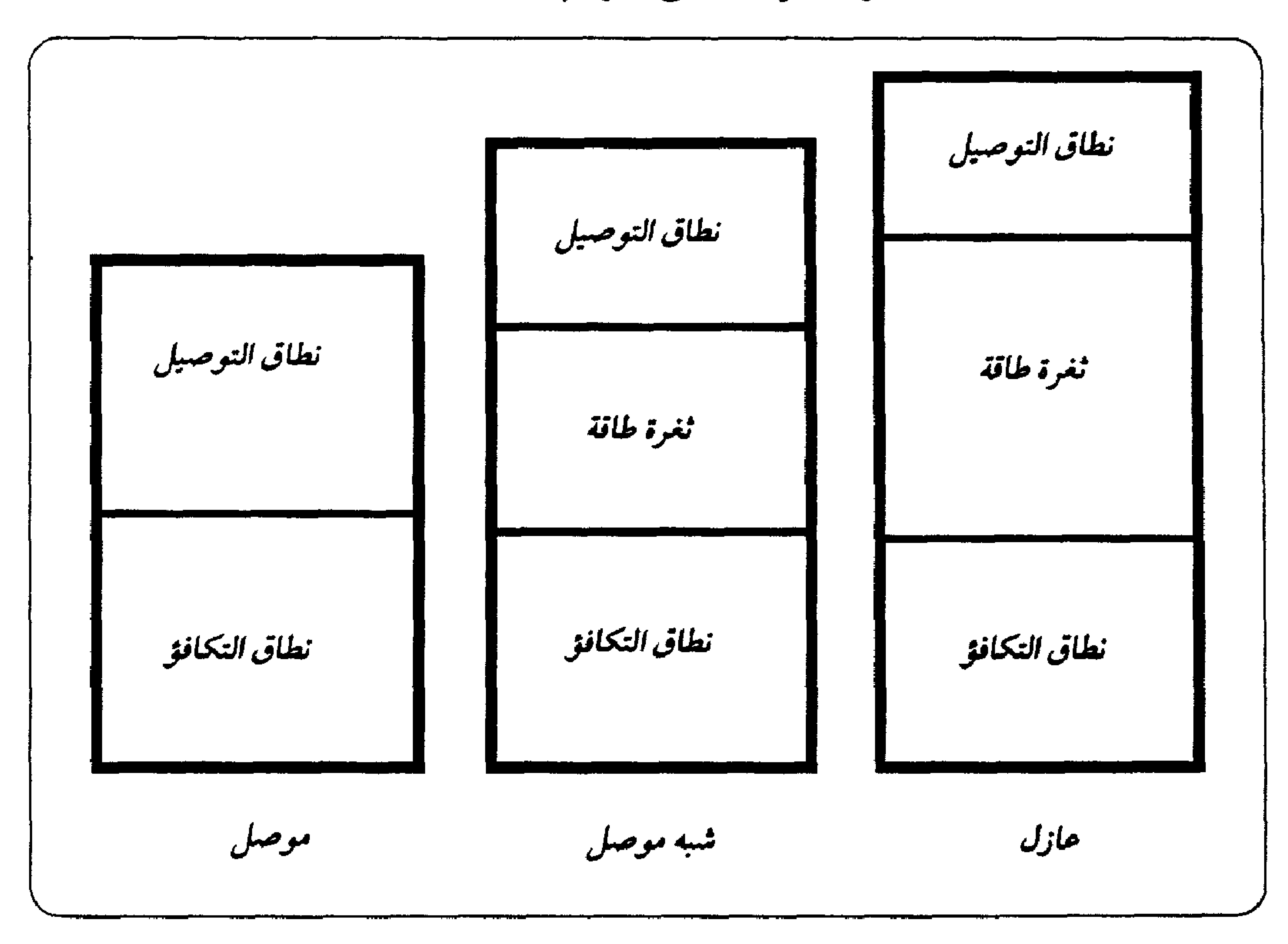
١-٤-٨ ليزر أشباه الموصلات

يعد ليزر أشباه الموصلات من أحدث أنواع الليزرات، إذ اكتُشف منذ حوالى خمسة عشر عاماً فقط، ولهذا النوع من الليزر أهمية خاصة حيث يُستخدم فى الاتصالات وفى الحاسبات الرقمية وفى الأجهزة الإلكترونية الضوئية المعقدة. ولفهم كيفية عمله فمن الضرورى إعطاء فكرة عن فيزياء أشباه الموصلات.

١-٤-٨-١ الموصلات - أشباه الموصلات - العوازل

يمكن تقسيم المواد من حيث توصيلها للكهرباء إلى : موصلات، وأشباه موصلات، وعوازل. ويمكن تفسير سلوك المواد فى ضوء مناسيب الطاقة المسموح بها فى الذرات المكونة لهذه المواد. فمناسيب الطاقة من الأول للأخير توجد بينها مناطق غير مسموح بها أى أنه لا يمكن أن يتواجد أى إلكترون فى هذه المناطق بين المناسيب المختلفة للطاقة. وبالمثل فإنه توجد ثغرة طاقة energy gap بين نطاقات طاقة إلكترونات التكافؤ الخارجية ونطاقات طاقة الإلكترونات الحرة المسئولة عن توصيل الكهرباء بالمادة. وفى الموصلات لا توجد ثغرة طاقة بين نطاقى التكافؤ والتوصيل، أما فى أشباه الموصلات فتوجد ثغرة طاقة صغيرة، وفى حالة العوازل فإن ثغرة الطاقة تكون عريضة جداً وبالتالى فإن نطاق التوصيل يظل غالباً خالياً من الإلكترونات. وأشباه الموصلات تصبح عوازل جيدة عند درجات الحرارة المنخفضة وموصلات لا بأس بها عند درجات الحرارة العالية.

ويعتبر عنصرا الجرمانيوم والسليكون من أهم أشباه الموصلات وثغرة الطاقة فيهما تساوى ٠,٧ و ١,١ إلكترون فولت على الترتيب.



شكل (٦) نطاقات طاقة الإلكترونات فى عازل، شبه موصل وموصل.



١-٤-٨-٢ التطعيم Doping

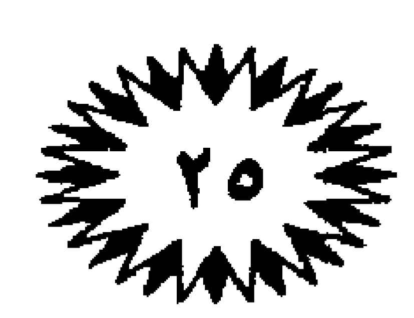
يستخدم الجرمانيوم والسليكون بكثرة فى صناعة البلورات الثنائية والترانزستورات. وتحتوى ذرة الجرمانيوم على ٣٢ إلكتروناً موزعةً على مناسيب الطاقة كالتالى ٢، ٨، ١٨، ٤ والأربعة إلكترونات الأخيرة (إلكترونات التكافؤ) تصل بين بعض الذرات وبعضها لتكون طاقتها فى نهايتها الصغرى. ونصل إلى هذه الحالة فى الجرمانيوم عندما تساهم كل ذرة بإلكترونات تكافؤها مع أربع ذرات مجاورة لها.

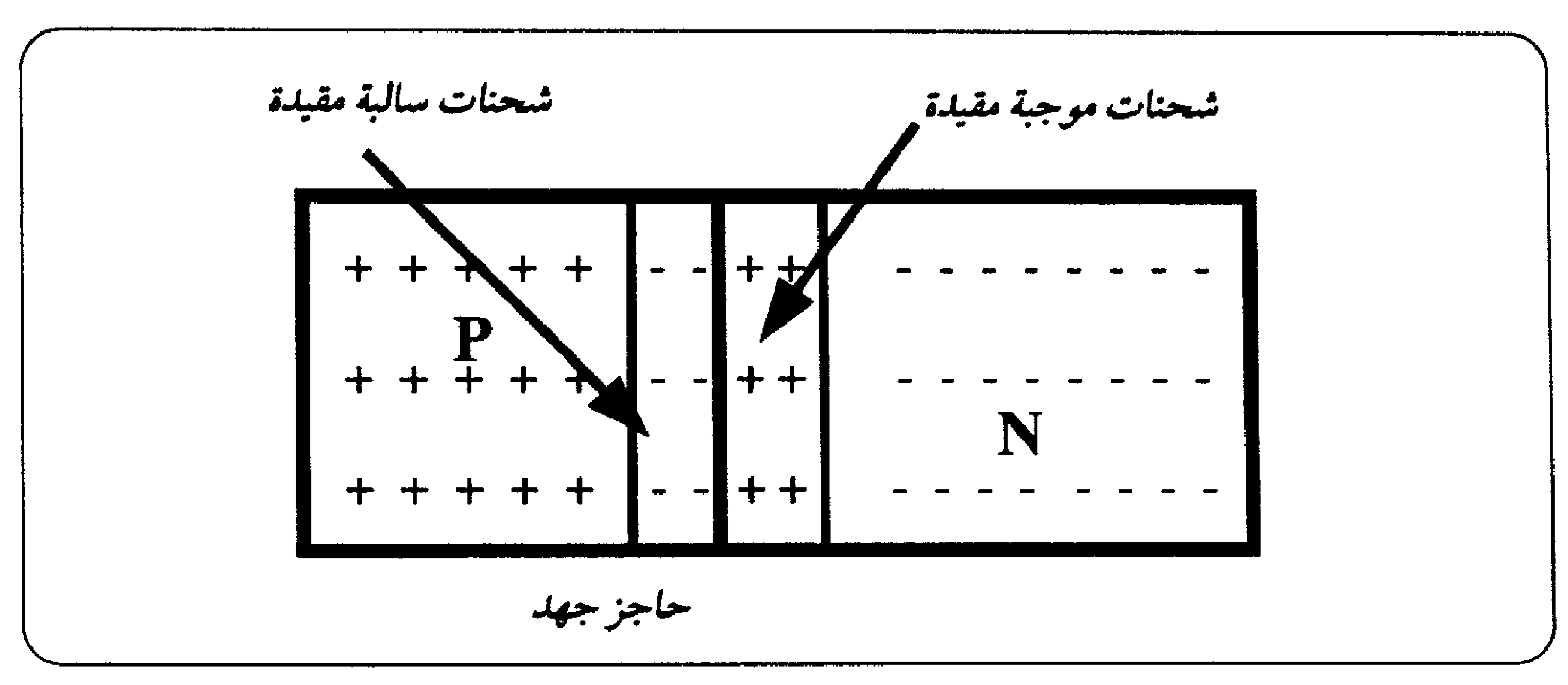
عند إدخال ذرة أنتيمون (خماسية التكافؤ) فى بلورة الجرمانيوم فإن ذرة الأنتيمون هذه تقدم أربعة من إلكترونات تكافؤها لعمل روابط تساهمية مع ذرة الجرمانيوم المجاورة ويصير لكل واحدة ثمانية إلكترونات بينما يتجول الإلكترون الخامس لذرة الأنتيمون حولها وتكفى أى طاقة صغيرة لتحريره وبالتالى لقيامه بعملية التوصيل الكهربائى، ويسمى هذا النوع من أشباه الموصلات الذى يتم فيه التوصيل الكهربائى عن طريق إلكترونات سالبة الشحنة بالنوع N (N-type) .

أما فى حالة إضافة ذرة من الإنديوم (ثلاثية التكافؤ) فى بلورة الجرمانيوم فإن هذه الذرة تكون روابط تساهمية مع جيرانها من ذرات الجرمانيوم مستخدمة إلكترونات تكافؤها الثلاثة. وتتم الرابطة الرابعة بأى إلكترون من ذرة جرمانيوم مجاورة تاركاً مكانه فجوة موجبة الشحنة الكهربائية يتم عن طريقها التوصيل الكهربائى. ويسمى هذا النوع P (P-type) .

١-٤-٨-٣ الوصلة الثنائية PN

عندما تتصل شريحة من النوع P بأخرى من النوع N يتكون لدينا ما يسمى بالوصلة الثنائية أو وصلة – PN (PN- junction) ، ويوجد بين الشريحتين فى هذه الحالة فاصل محدد حيث يكون تركيز الفجوات عالياً على الجانب P وتركيز الإلكترونات عالياً على الجانب N ثم يحدث انتشار فى منطقة تلامس الشريحتين وتتراكم بعض الشحنات الموجبة عند حد الجانب N وبعض الشحنات السالبة عند حد الجانب P وتسمى هذه الشحنات المتراكمة «بالشحنات المقيدة» وتسمى المنطقة التى توجد بها، «منطقة حاجز الجهد». وينشأ عن هذا الوضع حالة اتزان حيث إن الإلكترونات الحرة على الجانب N لا تستطيع اختراق حاجز الجهد عابرة إلى الجانب P نتيجة لوجود قوة معاكسة لها من الشحنات السالبة المقيدة، وكذلك الحال بالنسبة للفجوات الموجبة الموجودة فى الجانب P ، وبذلك تصبح منطقة حاجز الجهد ذات مقاومة عالية عن أى جزء من البلورة.





شكل (٧) وصلة ثنائية PN

وعند تطبيق مصدر لفرق الجهد الكهربائي على الوصلة الثنائية بحيث يكون الطرف الموجب متصلا بالشريحة P والسالب بالشريحة N (ويسمى هذا النوع من التوصيل بالتوصيل الأمامى Forward - bias) فإن كُلاً من الإلكترونات والفجوات تتحرك فى اتجاه القطب المخالف لها فى الشحنة وتعبر حاجز الجهد وتحدث بينها بعض الاتحادات recombinations وينخفض لذلك حاجز الجهد ويصبح التوصيل سهلاً خلال الوصلة ويمر خلالها تيار كبير. وعند تطبيق مصدر لفرق الجهد الكهربائى على الوصلة الثنائية بحيث يكون الطرف السالب متصلاً بالشريحة P والموجب بالشريحة N (ويسمى هذا النوع من التوصيل بالتوصيل العكسى (الخلفى) Backward bias فإن حاجز الجهد يتسع ويصبح مرور التيار صعباً للغاية وتزداد مقاومة الوصلة للتوصيل الكهربائى. وهذا هو أساس عمل الوصلة PN كصمام ثنائى Diode حيث تمر الإلكترونات (وبالتالى التيار الكهربائى) فى اتجاه واحد. ومع ذلك فإذا كان فرق الجهد كبيراً بدرجة كافية فقد تتمكن الإلكترونات من عبور حاجز الجهد ويمكن للإلكترونات الحصول علي الطاقة اللازمة للعبور من مصادر عدة. فمثلا فى حالة الصمام الثنائى الضوئى Photodiode فإن امتصاص الضوء بطاقة كافية يمكن أن ينتج تياراً كهربياً وهذا هو أساس عمل الخلية الشمسية Solar cell .

إن اتحاد الذرات بالإلكترونات مرة ثانية يطلق التى كانت فى حوزة الإلكترونات الحرة، وهذه الطاقة يمكن أن تكون فى صورة ضوء وهذا هو أساس عمل الصمام الثنائى الباعث للضوء Light Emitting Diode (LED) . وهذا يعنى بكلمات أخرى أن انتقال إلكترونات من نطاق التوصيل إلى نطاق التكافؤ يؤدى للانبعاث المحفز.

ويُبنى ليزر أشباه الموصلات على الوصلة PN؛ ولذلك فإن المادة الفعالة به تكون مادة شبه موصلة ،تمتاز بصغر حجمها وقلة تكلفتها وهذا أدى بدوره إلى تصنيع ليزرات بحجوم صغيرة تصل أبعادها إلى ملليمـترات. وقد تمكن العلماء من الحصول على أشعة ليزر بأطوال موجية تقع بين منطقة الأشعة الحمراء ومنطقة الأشعة فوق البنفسجية .

forward bias توصيل أمامى

backward bias توصيل خلفى

شكل (٨) توصيل أمامى و خلفى

فمثلا ليزر سيلينيد الرصاص PbSe تنبعث منه الأشعة بطول موجى مقداره ٨,٥ ميكرون (الميكرون وحدة لقـياس الطول الموجى وتساوى ١٠$^{-٦}$ متر أى جـزء من مليون جزء من المتر). وهذه الأشعة تستطيع أن تمر خلال الغـلاف الجوى بنفاذية عالية مما يحبذ استخدامها فى الاتصالات الفضائية. كما أمكن صنع ليزرات من أرسينيد الأنديوم InAs

وأنتيمـونيد الأنديوم InSb وكذلك من أرسينيـد الجاليوم النقى GaAs والأخير يبعث أشعـة طولها الموجى ٩, ٠ ميكرون أى فى منطقـة الأشعة تحت الحمـراء .ولزيادة مدى إشعاع الليزر أضيفت بعض العناصر لتكوين مركـبات ثلاثية مثل أنديوم جاليوم أرسينيد InGaAs وكبرتيد الكادميوم والرصاص PbCdS وسيلينيد كبرتيد الرصاص PbSSe وسيلينيد القصدير والرصاص PbSnSe وهذه تعطى أشعة ذات طول موجى يتراوح من ٣ إلى ٣٠ ميكرون. ويمكن زيادة شدة الأشعة المنبعثة من ليزرات أشباه الموصلات بعمل مجموعات متتالية منهـا ووصل بعضها ببعض (الميكرون يساوى جزء من مليون جزء من المتر).



الفصل الثانى

الخواص الفيزيائية العامة لأشعة الليزر

إن أهم ما يميـز شعاع الليزر هو شـدة البريق والتركيز والنقـاء اللونى، حيث إنه أحـادى الطول الموجى، وقـد يقع طوله الموجى فى الطيف المرئى أو غـيـر المرئى، وفى منطقتى الأشعة تحت الحمراء أو فوق البنفسجية.

ويكتسب الليزر خواصه من تضخيم عدد فوتونات الضوء المكونة لشعاعه وترابطها زمنيا وموضعيا.

فمن المعلوم مثـلا أن شدة الشعاع الشمسى تـبلغ ٧ كيلوواط (الكيلو واط يساوى ١٠٠٠ واط) لكل سنتيمـتر مربع من سطحها. وهذا الرقم وإن ظهر لنـا ضخما إلا أنه موزع على جمـيع أمواج الطيف المرئى الممتد بين الأحمـر والبنفسجى (أى بين الطولين الموجيين ٧٠٠٠ أنجـشتروم و ٤٠٠٠ أنجشتروم) ومـعنى ذلك أن ما يخص اللون الواحد من ألوان الطيف جزء صغير جدا من الواط، كذلك ما يخرج من مصباح ضوئى شديد، فهو لا يزيد على ذلك.

أما الليزر فقـد تبلغ كثافة الضوء المنبعث منه نحو (١٠) ١٤ واط على السنتـيمتر المربع، هذا هو الفرق الهائل بين شعاعى الضوء المعتاد، والليزر.

ويكمن سر الزيادة الهـائلة فى شدة الليزر أولا فى كـونه أحادى الطول الموجى، وثانيا فى ترابط فوتوناته.

٢-١ خصائص أشعة الليزر

لعل أهم الخصائص المشتـركة لجميع أنواع أشعة الليـزر التى تميز هذه الأشعة عن تلك التى تنبعث من المصادر الضوئية العادية هى ما يلى:

١- شدة أشعة الليزر.

٢- انتشار حزمة أشعة الليزر.

٣- النقاء الطيفى لأشعة «أحادى اللون».

٤- ترابط وتماسك فوتونات الأشعة.

أولا: شدة أشعة الليزر:

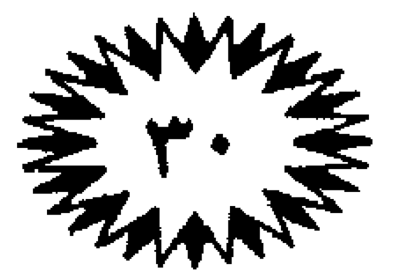
تنبعث من المصباح الكهربى المستخدم فى الإنارة أشعة فى جميع الاتجاهات، فإذا استقبلنا الأشعة الصادرة من مصباح كهربى بفتيلة قدرته ١٠٠ واط على بعد ٣٠ مترا مثلا فإن القدرة التى تسقط على العين تكون أقل من ١/ ١٠٠ من الواط، فى حين أنه ينبعث من الليزر ضوء على هيئة حزمة ضيقة تتركز طاقتها فى منطقة ذات مساحة صغيرة للغاية.

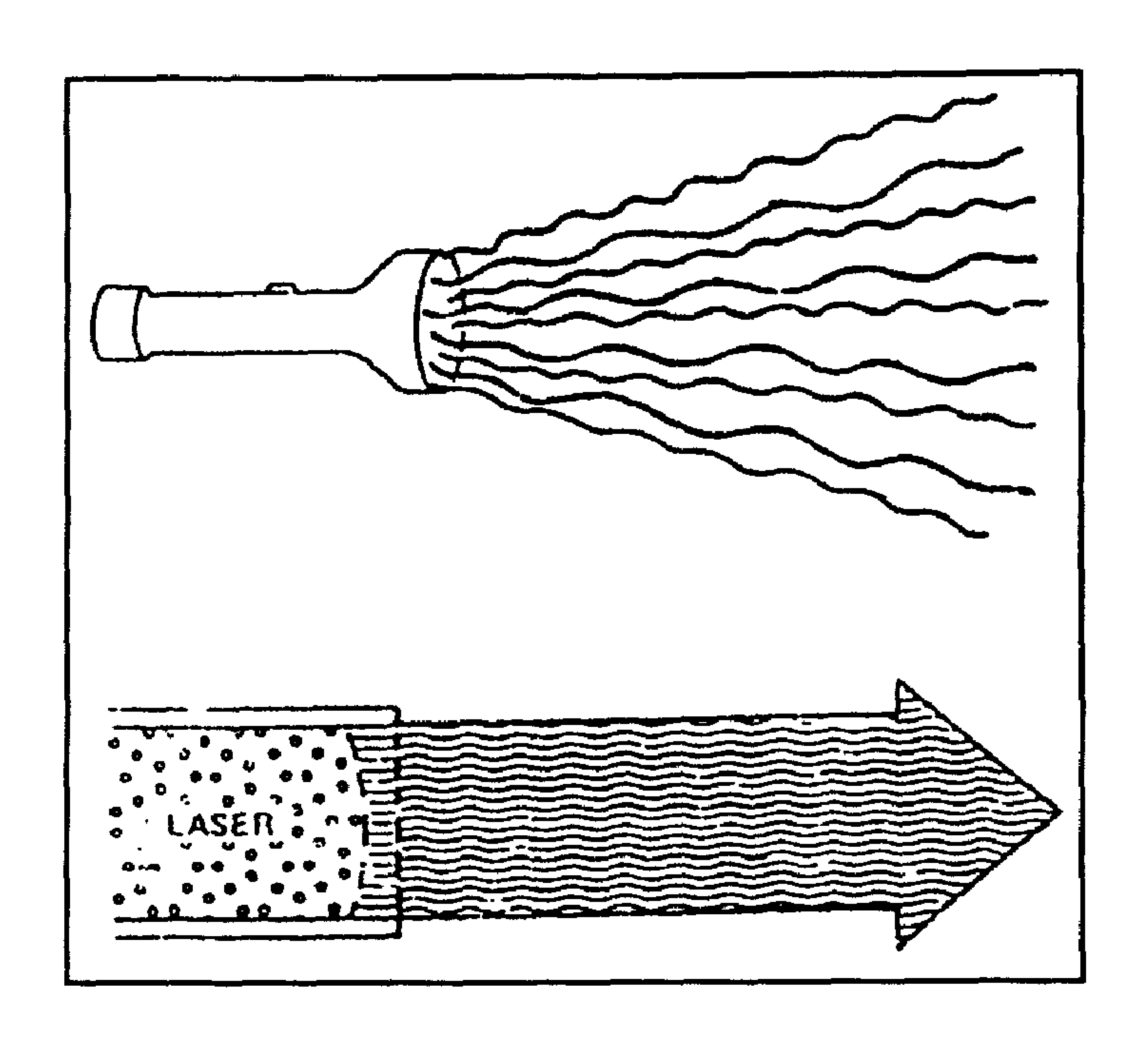
هذا التركيز للطاقة فى الفراغ أو ما يسمى بالكثافة الضوئية هو المسئول عن الشدة العالية لأشعة الليزر، فإذا افترضنا أننا قد نظرنا فى اتجاه حزمة أشعة الليزر فإن كل القدرة المنبعثة التى تحملها أشعة الليزر سوف تسقط على العين حتى ولو كانت قدرة الليزر واط واحد. وتظهر أعلى شدة بآلاف المرات من مصباح كهربى قدرته ١٠٠ واط. وينبعث من بعض أنواع الليزر حزم ضوئية بكثافة ضوئية تزيد على الكثافة الضوئية على سطح الشمس بملايين المرات.

ثانيا: انتشار حزمة أشعة الليزر:

تنتشر حزمة أشعة الليزر فى خطوط مستقيمة أقرب إلى التوازى، إذ إن زاوية انفراج الأشعة ضئيلة للغاية حيث يتسع مقطعها بمقدار ملليمتر واحد لكل مسافة طولها متر.

إن أشعة الليزر تفوق فى تركيزها بملايين المرات الأشعة المنبعثة من المصادر الضوئية العادية، إذ إن تلك الأخيرة تمتد ويتسع مقطعها ليغطى مساحة قطرها حوالى كيلومتر لكل كيلومتر. وهذا يعنى أنه يمكن توجيه شعاع الليزر ليصل إلى أهداف بعيدة جدا دون أن يتبعثر على مساحة واسعة، مع احتفاظه بمعظم شدته. فإذا أرسلت أشعة الليزر فى اتجاه القمر على مسافة ٤٠٠ ألف كيلومتر من سطح الأرض، وكانت شدتها بالقدر الكافى، فإنها تغطى بقعة على سطح القمر لا يزيد قطرها على الكيلو متر وتتوقف مساحة البقعة على الطوال الموجى لأشعة الليزر، فى حين أنه إذا أرسل الضوء العادى، ووصل -فرضا- إلى سطح القمر فإن قطر هذه المساحة يصل إلى ٣٤٧٦ كيلومترا.





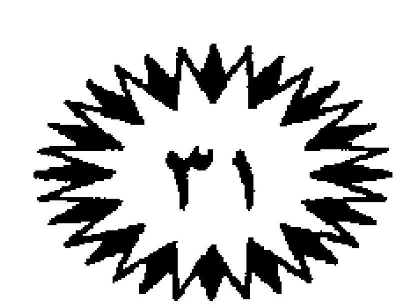
شكل (٩) الفرق بين الضوء العادى والليزر

ثالثا: النقاء الطيفى للأشعة " أحادية اللون" :

إن شعاع الليزر عبارة عن حزمة ضوئية غاية فى النقاء من ناحية الطول الموجى.

وعند مقارنة الليزر بمصادر الضوء العادية نجد أنه تنبعث من المصادر الضوئية العادية كمصباح الزئبق الذى يستخدم فى الإنارة، حزمة من الأشعة بيضاء اللون ويميل اللون إلى الزرقة. وإذا ما نفذت هذه الأشعة خلال مرشح ضوئى مناسب فإننا نصفها بأنها وحيدة الطول الموجى. والحقيقة أن الأشعة المنبعثة من المصباح تحتوى على ألوان عدة لا تستطيع عين الإنسان أن تميز بينها، وهى خطوط طيف ذرة الزئبق الذى يحتوى على خطين فى الأصفر وخط واحد فى الأخضر وخط فى الأزرق وخطين فى البنفسجى. وباستخدام مرشح ضوئى يسمح لخط واحد -أى لون واحد- بالنفاذ خلاله، نحصل على ضوء أحادى الطول الموجى، يمكن أن يكون لونه أخضر إذا استخدم المرشح المناسب، ويمكن فصل تسجيل خطوط الطيف باستخدام مطياف مصور.

أما أشعة الليزر فتتميز بأن الاتساع الطيفى ضئيل للغاية بالمقارنة بخطوط الطيف المنبعثة من المصادر الضوئية التقليدية؛ ولهذا فاننا نصفها بأنها غاية فى النقاء من ناحية أطول الموجى أو التردد.



رابعا: ترابط وتماسك فوتونات الأشعة:

وهذه الخاصية بالغة الأهمية، حيث هناك ترابط وتماسك بين الفوتونات المكونة لشعاع الليزر. أى أن الفوتونات فى الشعاع الضوئى ترتبط فيما بينها بعلاقات طورية Phase Relation Ships الأمر الذى لا ينطبق على أشعة الضوء العادى.

تفاعل أشعة الليزر مع الأنسجة المختلفة Laser Tissue Interaction :

يختلف تأثير شعاع الليزر المسلط على الأنسجة المختلفة باختلاف الطول الموجى لليزر المستخدم، وينتج تأثير طاقة الليزر فى الأنسجة الحية من عدد من العمليات المختلفة:

أولا: قد تمتص طاقة الليزر بواسطة الخلايا الملونة فى الأنسجة، ويكون ناتج امتصاص الأشعة خروج طاقة حرارية، وهذا هو التأثير الحرارى لمعظم الليزرات التقليدية المستخدمة اليوم.

ثانيا: ينبه الليزر أو يتفاعل مع بعض الجزيئات داخل الخلية. هذا التفاعل قد ينبه حدوث بعض التغيرات الكيميائى، وهذا هو التأثير الضوئى الكيماوى Photochemical وكمثال لهذا النوع من التأثير الليزرى حقن بعض الأدوية المنشطة للحساسية الضوئية Photosensitizing drugs فى بعض الأنسجة والتأثير الكيماوى الحيوى عندما ينبه الدواء بطاقة الليزر.

ثالثا: استخدام النبضات القصيرة لبعض الليزرات عالية القدرة الكهربية قد يؤدى إلى تصدع البنيان الخلوى نتيجة لحدوث موجات ضوئية وسمعية، ويعتبر هذا التأثير الميكانيكى مثالا للتأثيرات غير الحرارية لليزر.

ويتفاعل الضوء الساقط على الأنسجة مع الخلايا من خلال أربعة آليات مختلفة:

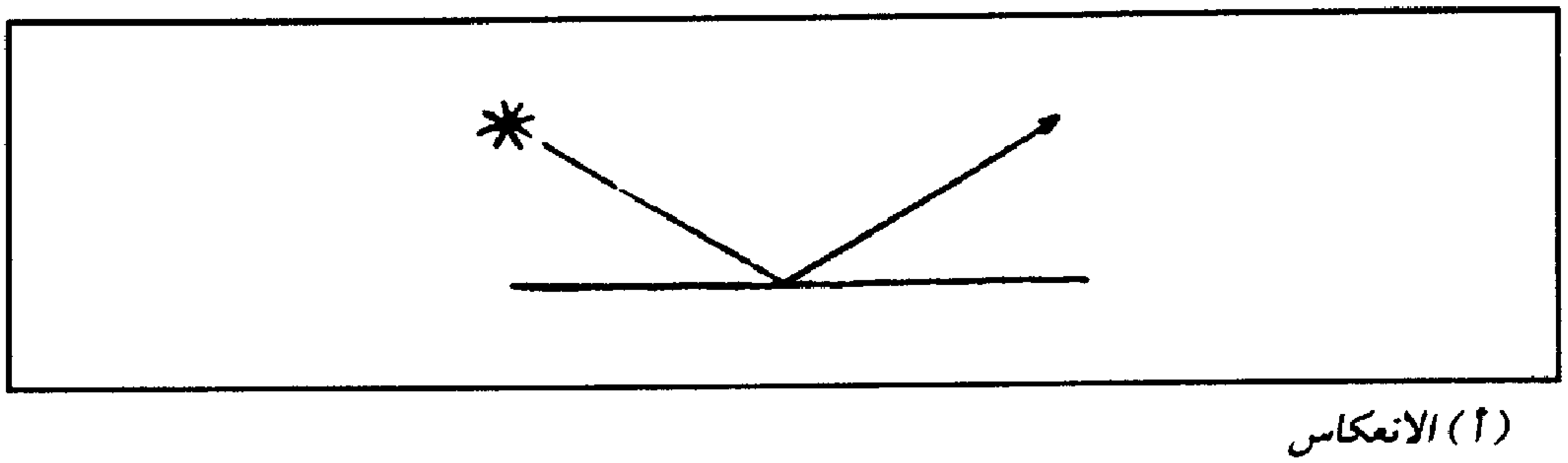
١- الانعكاس Reflection.

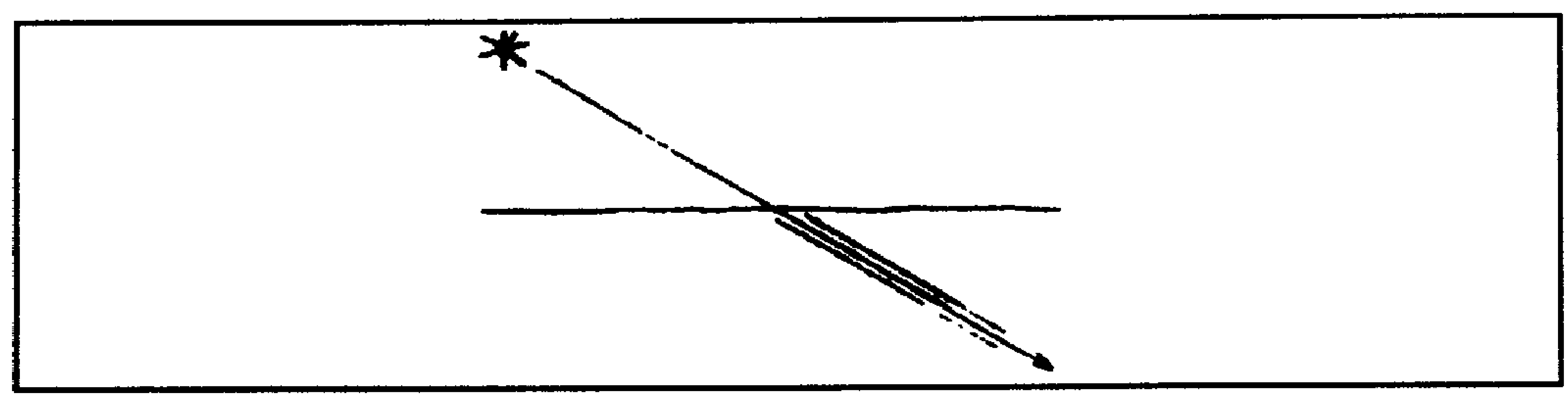
٢- النفاذ Penetration.

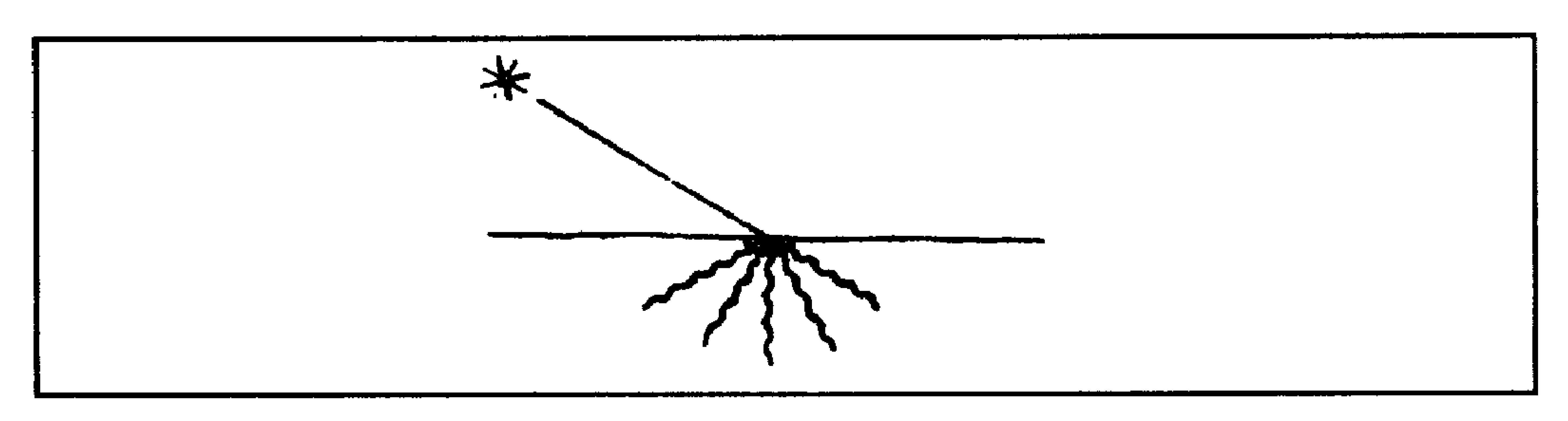
٣- التشتت Scattering.

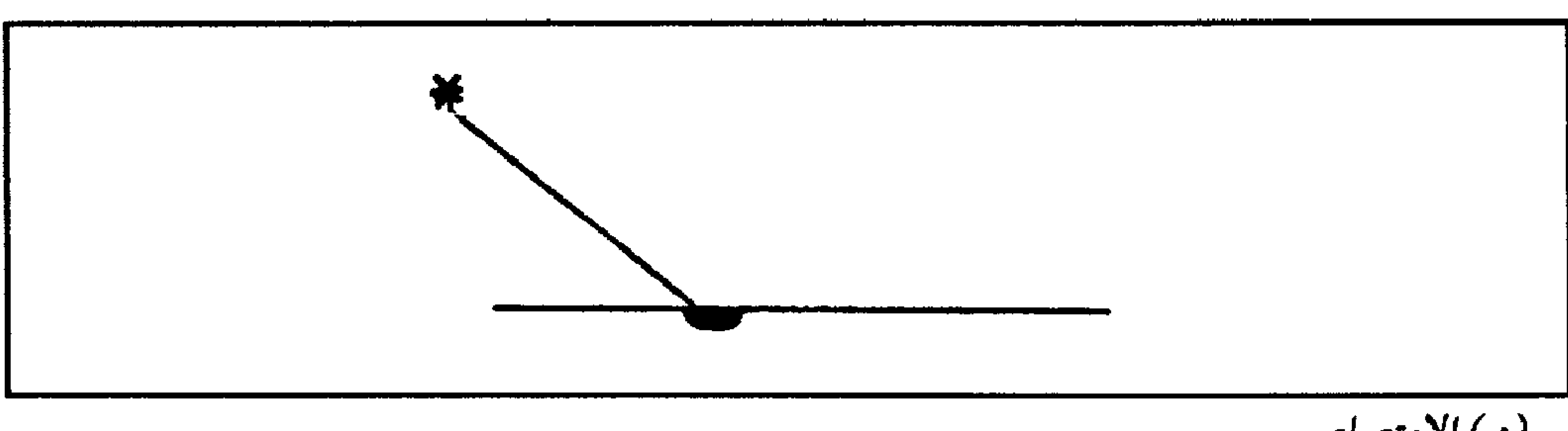
٤- الامتصاص Absorption.

ولكى تكون الأشعة ذات تأثير على نسيج ما يجب أن تمتص من قبله، أما فى حالة النفاذ أو الانعكاس فلا تأثير لها فيه.


(أ) الانعكاس


(ب) النفاذية


(جـ) التشتت


(د) الامتصاص

شكل (١٠)

ويعنى تشتت الأشعة امتصاصها من مساحة أكبر من النسيج مع ضعف تأثيرها فيه.

ويتوقف تأثير الشعاع الليزرى على مختلف أنواع الأنسجة الحية على معلمين رئيسيين وهما:

أولا: مدة تفاعل الشعاع مع النسيج

ثانيا: قدرة الشعاع -من ناحية الطاقة- على إحداث تأثير مع الأخذ فى الاعتبار قدرة كل نسيج على الامتصاص.

فعند تعريض الأنسجة لقدرات صغيرة لمدة طويلة يحدث التأثير الضوء كيماوى عن طريق امتصاص الضوء والذى يؤدى إلى التأثير الحرارى على الأنسجة. وعندما يقل وقت التفاعل مع التعرض لقدرات عالية يحدث الإحراق الضوئى Photo coagulation فعند درجة حرارة تقع بين ٤٠ - ٥٠ درجة مئوية يتأثر الغشاء الخلوى وتتورم الخلية وتنتقل ألياف البروتين إلى خارج الخلية.

وعندما يتم تبريد الخلايا تلتصق هذه الألياف ببعضها البعض وتؤدى إلى اتحاد الخلايا المتجاورة، وقد يستخدم هذا التأثير فى محاولة لحام الأنسجة.

وعند درجة حرارة تبلغ بين ٦٠-١٠٠ درجة مئوية يحدث تخثر فى الأنسجة.

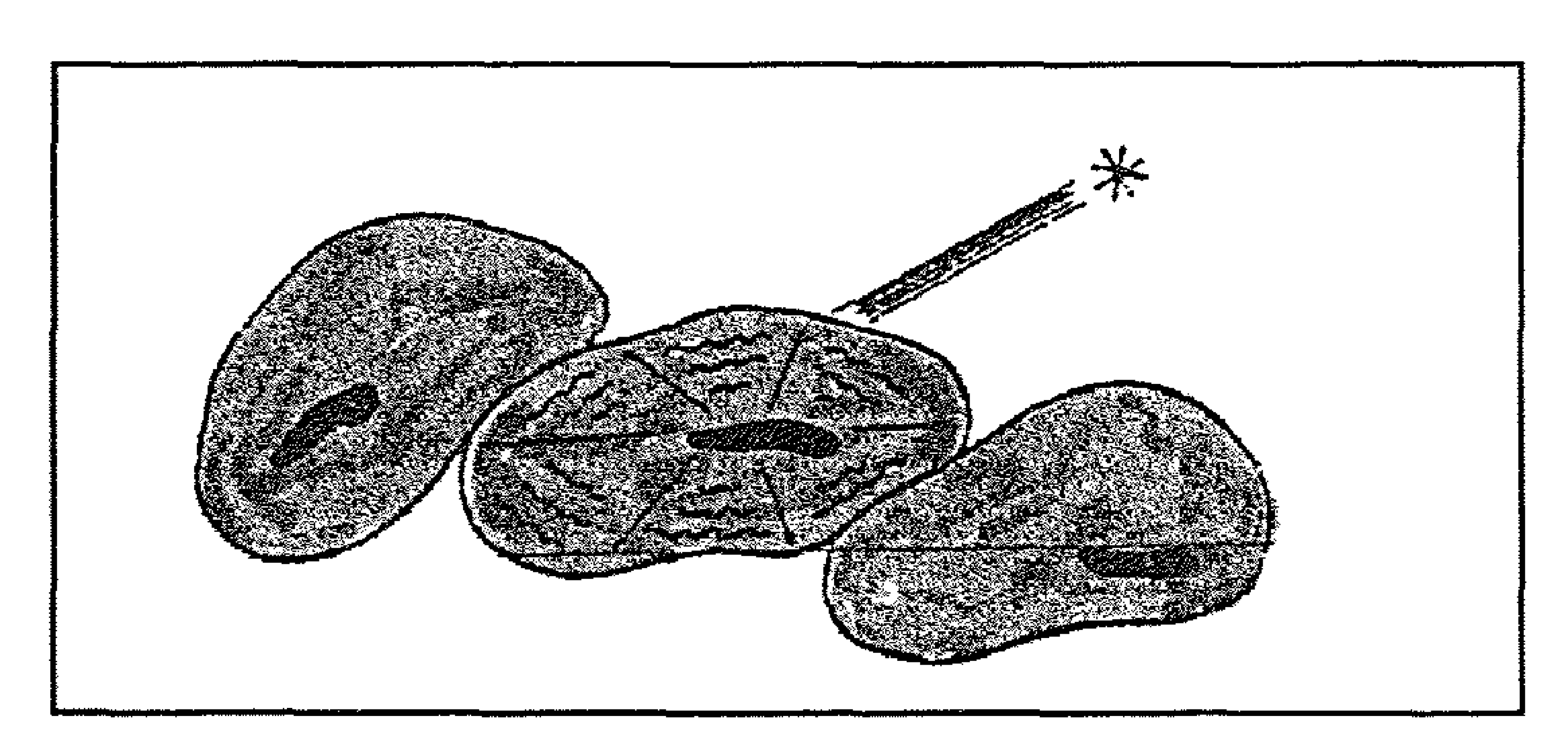
ويستخدم الليزر أساسا من أجل تأثيره الحرارى على الأنسجة، ويحدد لون شعاع الليزر طاقة هذا الفعل الحرارى. وعليه فإن الليزر يستخدم عند قطع الأنسجة عن طريق تبخيرها وتفسر ميكانيكية التبخير على أساس الانتقال السريع للحرارة من الشعاع إلى الخلايا، وإذ يسخن ماء الخلية إلى درجة الغليان، وهذا يؤدى إلى تلف بروتين الخلية ومن ثم الخلية ذاتها.

ونتيجة للارتفاع المفاجئ لدرجة حرارة الخلية والضغط الداخلى لها تنفجر وتنتشر شظاياها على شكل بخار. وهذه الشظايا تنبعث من منطقة سقوط الشعاع ويمكن ملاحظتها بوضوح وتبقى فى مسار الشعاع معطية وميضا إلى أن تتحول إلى ذرات الكربون السوداء.

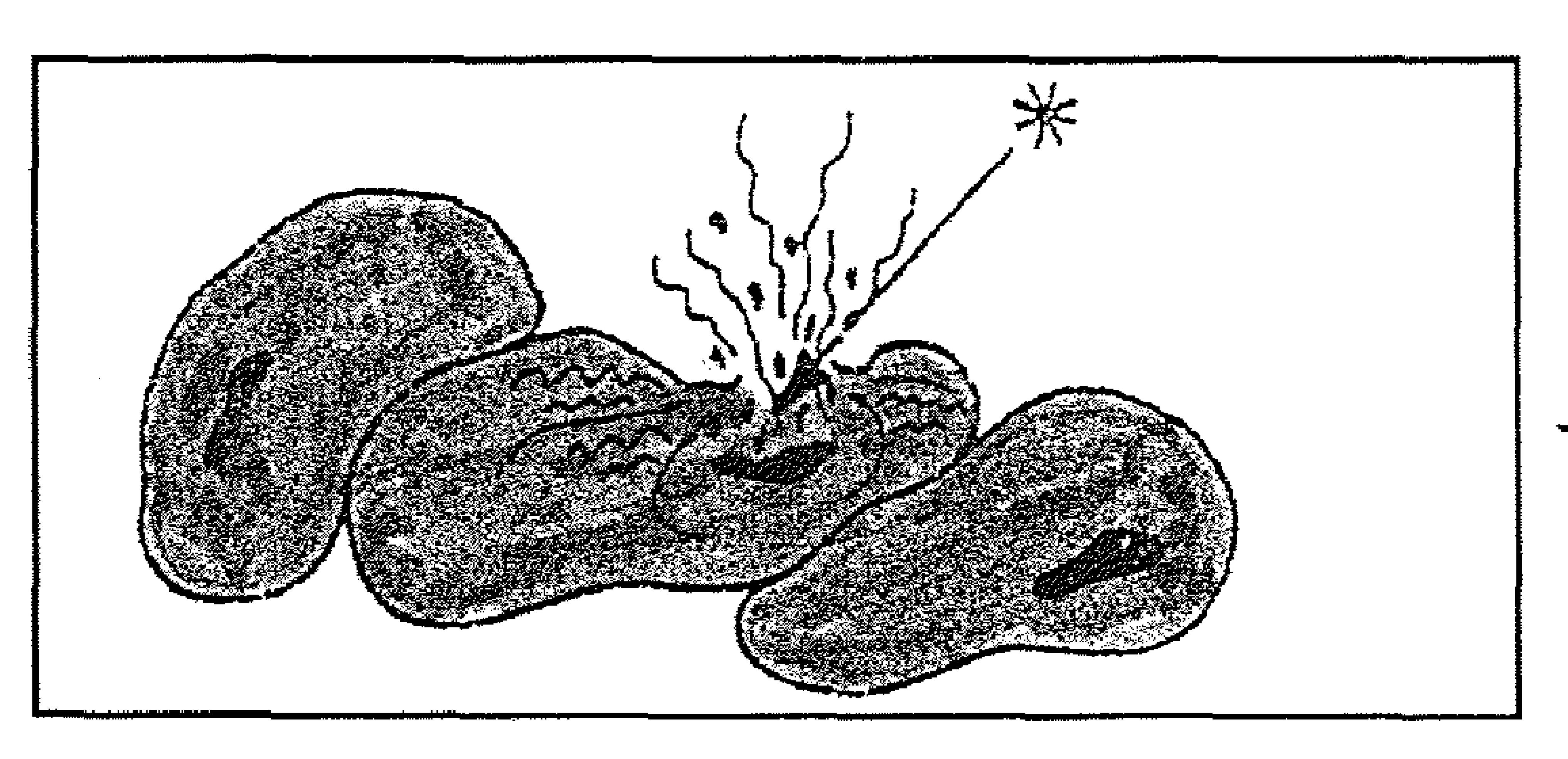
ويحدد لون الشعاع الليزرى مدى كفاءة هذا التأثير فى الأنسجة المختلفة، فتتبخر العظام والغضاريف بطريقة مختلفة عن طريقة تبخر الأنسجة الطرية وذلك لقلة وجود الماء فيها، للعظام القابلية على التوصيل الحرارى إلى الأنسجة المجاورة لها، وبذلك

تستخدم نبضات سريعة من الأشعة، وهذه تبدو وكأنها شعاع مستمر ولكنها ليست إلا سلسلة من النبضات السريعة والمتواصلة، تصل إلى عدة آلاف من النبضات فى الثانية، وبقدرة تصل إلى ٥٠٠ واط للقيمة العظمى للنبضة، وهذا يؤدى إلى قطع العظم أو الغضروف دون تسخينه كليا، وبذلك يقلل من درجة حرارة العظم عند القطع فلا تصل إلى درجة الاشتعال فيلتهب.

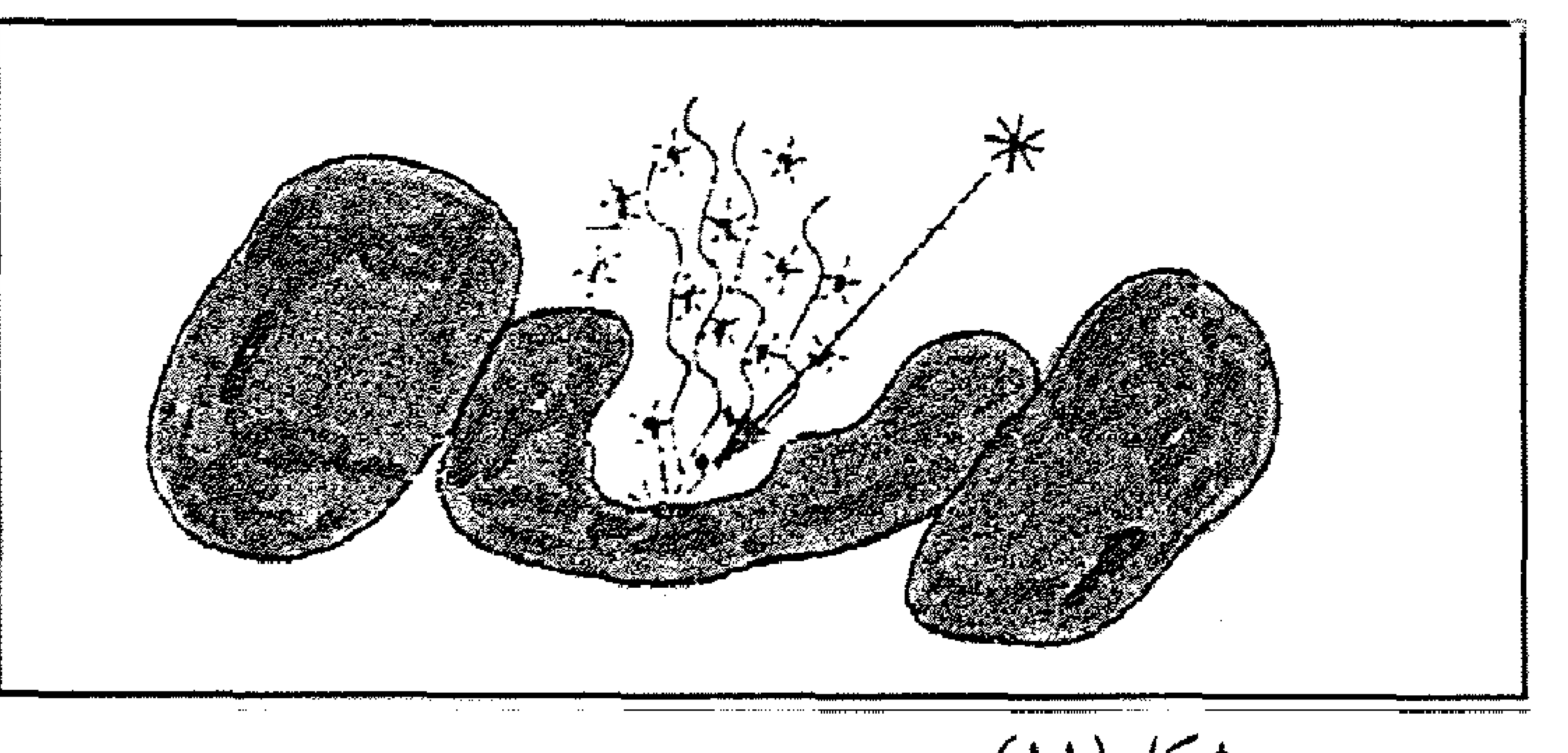
ويمكن السيطرة على كمية الطاقة فى كل نبضة وعدد النبضات وزمن النبضة الواحدة باستخدام الأجهزة المسيطرة المرفقة مع جهاز الليزر، ولم تكن عمليات قطع العظام بواسطة الليزر بالصورة المرضية إلا مع الأجيال الجديدة من الليزرات.



(أ) مرحلة امتصاص شعاع الليزر داخل الخلية الحية حيث تصل لدرجة الغليان وتتلف.



(ب) تتفجر الخلية طاردة شظاياها والأبخرة المتخلفة نحو الخارج.



(جـ) يتصاعد البخار والشظايا إلى أن تتأكسد وتسود.



شكل (١١)

٢-٢ نقل أشعة الليزر

تعد أجهـزة الليزر خصوصا الجـيل الأول منها من الأجهزة الكبـيرة التى يصعب تحريكها لذلك تستخدم المناظير المرنة والأذرع المتمفصلة لنقل شعاع الليزر من الجهاز إلى مكان العلاج بحيث يمكن تحريكها بسهولة.

ولعل اكتـشاف الألياف البـصرية Fibre Optics ساعد العلمـاء على نقل طاقة الليزر إلى داخل الجسم للعلاج أو إجراء الجراحات.

وتصنع الألياف البصرية المستخـدمة فى نقل الليزر من مادة الكوارتز، وتقوم بنقل الضوء الأخضر المنبعث من ليـزر الأرجوان، وكذلك الأشعة البنفسجيـة المنبعثة من ليزر الإكسيمر، والأشعة تحت الحمراء القريبة المنبعثة من ليزر نيوديميوم-ياج.

وخلال السنوات العشر الأخيرة كان أهم تطبيق للألياف البصرية فى مجال الطب هو توفير طاقة ليزرية وإدخالها داخل الجسم للعلاج أو لإجراء الجراحات.

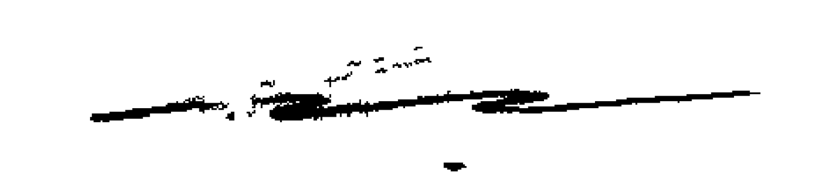
ولقد استطاعت إحدى الشركات البريطانـية أن تطور جهازا جديدا يجمع بين قوة الليزر ودقة التصـويب للألياف الزجاجية البصرية، وهذا يعـنى إمكان توجيه الطاقة إلى أدق أجزاء الجسم البشرى، والوصول إلى الأوعية الدموية الداخلية، التى يتعذر الوصول إليها أو لا يمكن الوصول إليها إلا بعملية جراحية خطيرة.

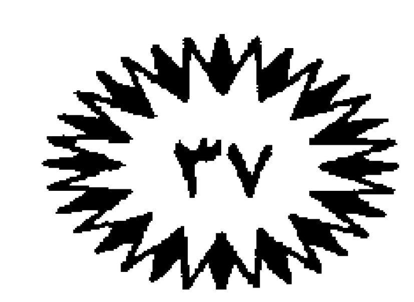
ويقوم هذا الجهاز على أساس ليزر النيـوديميوم-ياج، وقد وقع الاختيار على هذا النوع بسبب طول موجته التى تقترب من الأشعة تحت الحمراء، فأمكن تغلغل الليزر فى العمق إلى الأنسجة دون أن تؤذى الأعـضاء المحيطة بها، الأمر الذى يتيح معـالجة دقيقة للمناطق المريضة، وبوسع الجهاز الجـديد أن يسدد قوة تتراوح بين ٥٠، ١٠٠ واط على عشر مراحل من الواط إلى مناطق فى الجسم، وتحدث النبضات الضوئية من الليزر على فترات من ١,٠ من الثـانية. ولضمان السلامة أضـيف كمبيوتر صغيـر إلى وحدة ضبط الليزر للتأكد من دقـة توليد نبضة الليزر -بالغرض المطلوب وقيـاس الجرعة التى يتلقاها المريض من الأشعـة، وفى الجهاز الجديد وصلات بين مـختلف أجزائه للتـأكد من عدم انبعاث شعاع الليزر إلا متى كان الجهاز فى وضع سليم للتشغيل.

وبما أن ضوء النيـوديميوم-ياج لا يرى فإن الجـهاز الجديد يحتـوى على ليزر هيليوم-نيون خفيف القوة يعطى ضوءا مرئيا للدلالة على مسرى الإشعاع.

ومن فـوائد الألياف البـصرية الأخـرى أن رقتهـا تسمح بضـمهـا إلى قنوات استـئصـال الأنسجة فى المنظار، ممـا يمكن من اتباع التشـخيص فـورا بالمعالجـة بالليزر وبالتالى تخفيف عبء الإقامة فى المستشفى على المريض.

وثمة ميــزة أخرى لنظام الألياف الزجاجـية وهو ضمان مــجرى من غاز ثانى أكسيد الكربون المتحد المحور والذى يستخدم لإبعاد الدم عن موقع الجراحة لتأمين مجال حسن الرؤية. ويمكن الحصول على مــستويين: مستوى متدن للمــجرى يضمن السلامة من التلوث عند طرف الألياف البـصرية، ومستوى عــال للمجرى يستخــدم فورا قبل أو بعد المعالجة بالليزر.





الفصل الثالث

مخاطر الليزر وعوامل الأمان

بات أمرا مؤكدا أن أشعة الليزر لا تخلو من المخاطر، فشعاع الليزر ينتج عنه طاقة هائلة مع كثافة ضوئية عالية.

ولقد بدأ الاهتمام بمخاطر الليزر وعوامل الأمان عند استخدامه منذ ١٩٦٥ عندما أصبح الليزر حقيقة خصوصا فى عالم الطب.

وفى عام ١٩٧٢ تكونت لجنتان فى الولايات المتحدة الأمريكية بهدف وضع معايير أمان عند استخدام أشعة الليزر، وقد مثلت اللجنتين مجموعتان من علماء الصناعة وأساتذة الجامعة والخبراء الحكوميين العاملين فى مجال الليزر.

وتم تصنيف الليزرات إلى أربعة مصنفات حسب معدلات الضرر الناتجة منها:

مصنف رقم ١ قدرته أقل من ١ مللى واط.

مصنف رقم ٢ قدرته ١ مللى واط.

مصنف رقم ٣ قدرته من ٥,١-٥ مللى واط.

مصنف رقم ٣.ب لأشعة الليزر عالية القدرة التى تزيد عن ٥ واط لفترات أكثر من ٢٥,٠ ثانية أو ١٠ جول/سم٢ لفترة زمنية ٢٥,٠ ثانية.

مصنف رقم ٤ لأشعة الليزر عالية القدرة -عالية الخطورة- التى تزيد قدرتها عن ١٠ واط أو أكثر والتى تشمل معظم الليزرات الطبية.

وتصنع منظومات الليزر حسب مواصفات خاصة ومعايير أمان وضعت تحت الرقم الكودى Z 136.1 عام ١٩٧٣ تحت إشراف معهد المعايرة الوطنى الأمريكى ANSI حسب التصنيف السابق.

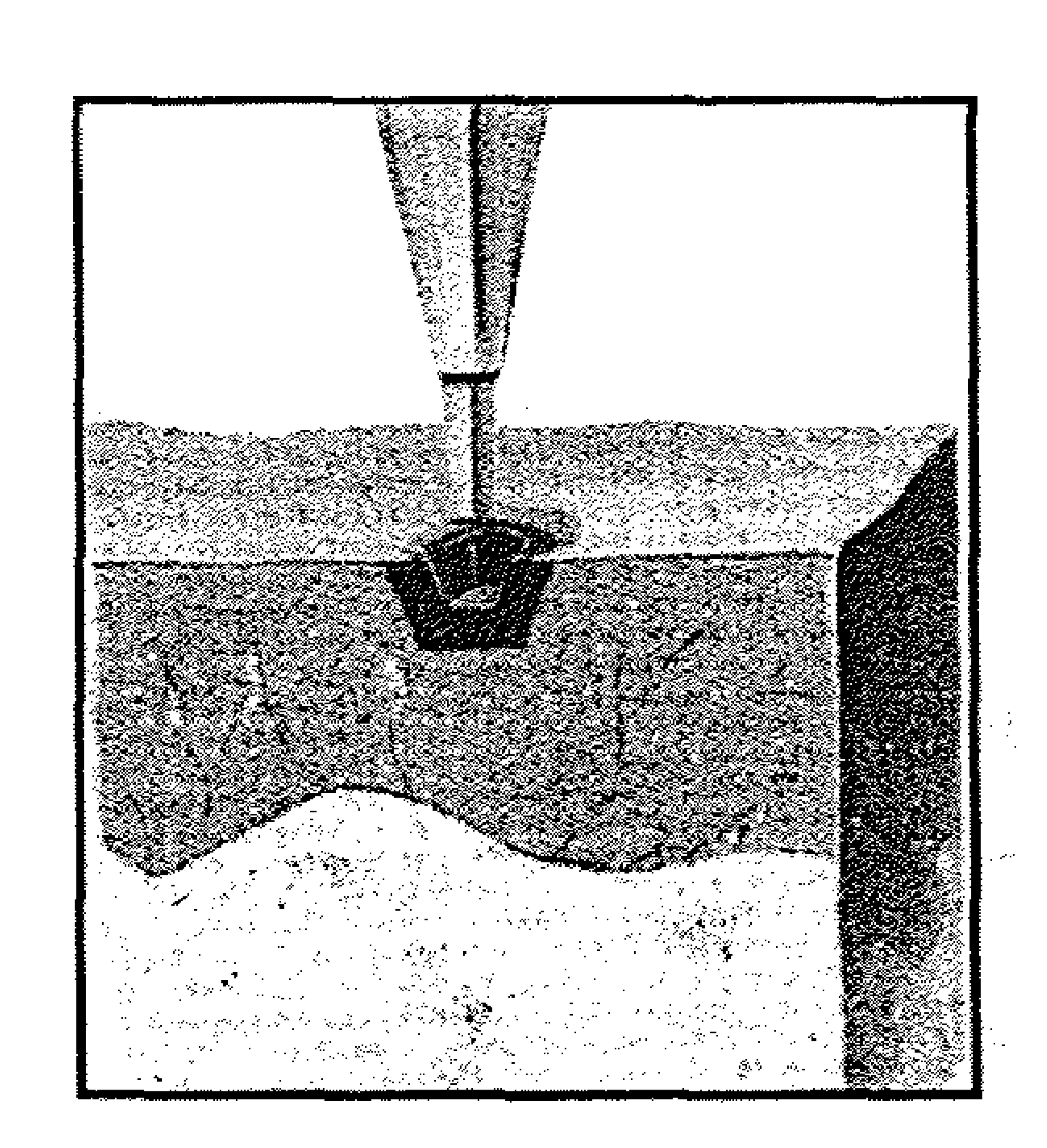
وتم تطوير اللوائح التى يلزم اتباعها من قبل منتجى الليزر تبعا لما يصدره مكتب الصحة الإشعاعية التابع للإدارة الأمريكية للتغذية والأدوية FDA.

وفى عام ١٩٨٢ انضم مكتب الصحة الإشعاعية مع مكتب الأجهزة الطبية تحت اسم المركز القومى للأجهزة والصحة الإشعاعية NCDRH وأصبح من مسئوليته التشريع للأجهزة الطبية وينظم قانون التحكم فى الإشعاع فى مجال الصحة والأمان.

وتنظم معايير كفاءة الليزر التى وضعتها هذه الجهة أو الـ NCDRH تنظم عمل المنتج وليس المستخدم لأجهزة الليزر، ولا يحتوى المعيار على تصميمات محددة، إنما يلتزم بمعيار الكفاءة والهدف هو تأكيد معايير الأمان فيما ينبعث عن الليزر من وجهة نظر المنتج. أما بالنسبة لمستخدمى أجهزة الليزر فإن المعيار ANSI-Z-136.1 . يشمل:

١- التأثيرات الصحية لأشعة الليزر الذى صدر من منظمة الصحة العالمية WHO.

٢- معيار الليزر TC76 الذى صدر عن اللجنة الدولية الفنية للتقنية الكهربية IEC، والمادة العلمية الفنية للأمان من أشعة الليزر فى هذا التقرير تقوم على المعيار ANSI-Z-136.1 لعام ١٩٨٠ (الولايات المتحدة الأمريكية). وهناك فارق بين الخطورة الحقيقية الناجمة عن استخدام جهاز الليزر وبين المتطلبات القاسية للوائح الأمان والمعايير الرسمية والتى دائما ما تصاغ فى هذا المستوى من الشدة.



شكل (١٢) بقعة موت الخلايا فى حالة استخدام ليزر ثانى أكسيد الكربون حوالى ١ ,٠ مم مما يقلل التأثير على الأنسجة المجاورة.

٣-١ أضرار الليزر الطبى

تحدث المخاطر عند التعرض لأشعة الليـزر ذات الشدة العالية ولزمن تعرض كاف لإتلاف الجلد وعـين الإنسـان، ولا يرجع إلى حـالتـه الأولى بإزالة المصـدر والسـبب الأساسى للإتلاف الذى تعانيه الأنسجة هو نتيـجة التأثير الحرارى إذ ينتج التأثير الحرارى هذا التلف الحرارى عند استخدام أشعة الليزر بأزمنة تعريض أكبر من ١٠ ميكروثانية فى المدى الطيـفى من الأشعة فـوق البنفسـجيـة القريبة عند ٠,٣١٥ مـيكرون إلى ١٠٠٠ ميكرون كما يحـدث إتلاف للأنسجة نتيجة تفـاعل كيميائى ضوئى عند استـخدام أشعة الليزر فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية من ٠,٢٠٠ ميكرون إلى ٠,٣١٥ ميكرون لأى فترة زمـنية للتعريض، وكذلك عند التعرض للأشعة فى المدى المنظور من ٠,٤ ميكرون إلى ٠,٥٥ ميكرون لزمن تعـريض أكبر من ١٠ ثوان كـما يحدث تلف للأنسـجة عند تعرضهـا لأشعة الليزر عـلى هيئة نبضـات أو أشعة ماسحـة نتيجة الحـرارة ويكون تأثير النبضات المفردة تراكميا.

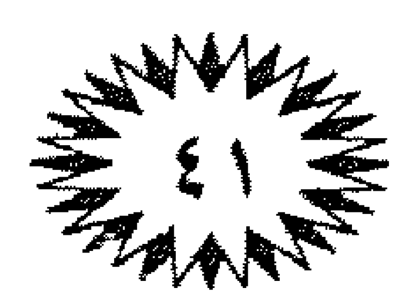
أولا: الضرر على العين:

إن خطر الليزر على العين وارد وقد يصـيب الجرّاح والمحيطين به من العاملين فى غرفة العـمليات، ويتبين ذلك عندمـا تنعكس أشعة الليزر على بعض الآلات الجـراحية المعدنية.

ويؤكد البـاحثون أن تأثيـر الليزر على العـين يختلف باخـتلاف الطول الموجى، فالأطوال الموجيـة فى المنطقة تحت الحمراء لليزر ثانى أكسـيد الكربون قد تؤدى إلى أذى للجزء الأمامى (القرنية) من العين.

أما إذا تمركز شعاع الليزر من خلال عدسة العين إلى الشبكية فإنه قد تتكون عتامة أو سواد Scotoma نتيجة لذلك.

وبالنسبة لـتعريض الشبكية للإشـعاع فتوجد جـداول تحدد الجرعة المسـموح بها، فمـثلا زمن التعـريض المسموح به من ١ مللى واط. هليـوم-نيون هو ٠,١٥ ثانية كـما توجد جداول لحـدود زمن التعريض المسمـوح به للأطوال الموجية المختلـفة الصادرة من أشعة الليزر والساقطة مباشـرة على القرنية، فمثلا فى المدى من ٠,٢٠٠ إلى ٠,٣٢٠ ميكرون زمن التعريض من ٢١٠ إلى ٣ _ ٤١٠ ثانية فى حين أن أكبر -جرعة مسموح بها هـى ٣ - ٣١٠ جول/ سم^{٢} وفى المدى من ٤٠٠-٧٠٠ نانومتـر بزمن تعريض من $١٠^{-٥}$ إلى ١٠٨ - $١٠^{-٥}$ ثانيـة أعلى منسـوب تعـريض مسـمـوح به هو ٥ - $١٠^{-٧}$ جول/ سم^{٢} كمـا توجد جداول للطاقة المسـموح بها فى حـالة الضوء غير المبـاشر عند



سقوطه على القرنية ويعبر عن الطاقة المنبعثة من الليزر بوحدات الجول والقدرة بوحدات الوط.

ثانيا: الضرر على الجلد:

قد يصاب الجلد بحروق عند التعرض لليزر المباشر أو المنعكس، وكلما كانت مساحة السطح المعرض كبيرة كان التأثير حادا ومزمنا وهذا هو ما يجعل الجلد الأكثر عرضة لأضرار الليزر. وان كانت إصابات الجلد أقل أثرا من الأذى الذى قد يصيب العين.

ويتوقف الضرر الناتج من التأثيرات الحرارية للتعرض لأشعة الليزر على العوامل التالية:

(١) معامل الامتصاص والتشتت للأنسجة عند الطول الموجى لأشعة الليزر.

(٢) الشدة الضوئية لليزر أو الطاقة المصاحبة.

(٣) زمن التعرض لشعاع الليزر.

(٤) مدى وكثافة سريان الدم فى الجزء المعرض.

(٥) حجم المساحة المعرضة.

ويتم امتصاص ٩٩٪ من الإشعاع الذى يخترق الجلد فى طبقة سمكها ٤ ملليمتر من الأنسجة إذا كان الإشعاع فى المدى الطيفى من ٠,٣ إلى ١ ميكرون.

ثالثا: مخاطر التيار الكهربائى:

ويقصد بها الكوارث التى قد تحدث نتيجة سوء التشغيل، حيث ينبغى تشغيل الجهاز بحذر خوفا من وقوع حوادث الكهرباء.

رابعا: أضرار دخان الاحتراق:

ينتج عن الإحراق الحرارى بالليزر أنواع من الدخان والعوادم، وفى مكان العمل قد تحدث أضرار بالغة نتيجة استنشاق الجزيئات الدقيقة الناتجة عن الاحتراق، بداية من تهيج الأغشية المخاطية إلى العدوى ببعض الفيروسات، واحتمال كون هذه المخلفات مسرطنة Carcinogenic.

خامسا: حوادث الليزر:

فى حال عدم اتباع عوامل الأمان اللازمة لكل ليزر قد تحدث بعض الحوادث، فقد تسقط ألياف الليزر المرنة فجأة من جهاز المنظار أو من يد الجراح، وقد يؤدى ذلك

إلى حوادث وأضرار غير متوقعة نتيجة انتشار الليـزر، فيجب الحذر والحيطة عند تناول جهاز الليزر، وأخذ الوضع الصحيح والمكان المناسب لكلٍ من الجراح والممرضة والمريض وجميع الأفراد المعاونين أثناء استعمال جهاز الليزر.

٢-٣ عـــوامل الأمـــان

يتوقف الأمان عند استخدام أجهزة الليزر المخـتلفة على الدراية الدقيقة بطبيعة كل جهاز على حدة وتأثيره على الأنسجة المختلفة. وعليه فإن التدريب على استخدام أجهزة الليزر ومنظوماته من أهم أساليب الوقاية من مخاطرها ، إذ ينبغى لتحقيق ذلك، تدريب جميع العـاملين فى هذا المجال (الطبيب-الجراح-ومجمـوعة العاملين معه) على كـيفية تشغيل واستخدام هذه الأجهزة بصورة صحيحة.

واستـخدام منظومة الليزر بـواسطة الجراح يتطلب تدريبا عـمليا لا يقل عن ست عشرة ساعة كاملة تقسم على النحو التالى:

(١) مبادئ الأمان عند استخدام أجهزة الليزر (درس نظرى).

(٢) التدريب العملى على حيوانات التجارب.

(٣) طرق استخدام الليزر فى الجراحة.

إضافة لذلك تفرض بعض الجمعيات على الجـراحين إجراء جراحة واحدة أو أكثر وتحت إشرافهـا. والجراح الذى تدرب بصورة جيدة علـى نوع واحد من أنواع الليزرات وأتقن العمل بها يسهل تدريبه على الأنواع الأخرى.

ويحتـاج تشغيل منظومات الليـزر إلى تدريب اثنين من فريق التمـريض والفنيين على أسس تشغيل الليزر ومتطلبات الأمان للمنظومات المستخدمة.

ويقوم مصنعو منظومات الليزر بعمل كتيبـات توضح كيفية تشغيل واستخدام هذه الأجهزة بصورة سليمة وآمنة حيث يجب اتباع القواعد التالية داخل غرفة الليزر:

١ - يجب أن يترك أمر تشغيل المنظومـة لشخص واحد فقط ولا يترك هذا الأمر لشخص يتطلب عمله ترك غرفة العـمليات فى أثناء إجراء العملية بل يجب أن يكون متواجدا طوال الوقت.

٢- يجب اتباع إجراءات السلامة داخل وحدة الليزر مثل ارتداء النظارات الواقية، والاستخـدام الصحيح للأجهـزة والتأكد من أن اسم الطبيـب الجراح ضمن الأسماء المصرح لها باستخدام منظومة الليزر.

٣- يجب وضع علامات التحذير على كل المداخل التى تؤدى إلى العمليات أو منطقة وجود منظومة الليزر، وهذه العلامات يجب أن يوضح عليها - نوع الليزر وقدرته العظمى.

٤- يجب أن تحفظ مفاتيح المنظومة جيدا وفى مكان آمن، وليس بالقرب من الجهاز.

٥- ينصح بعدم فتح الغطاء الخارجى للمنظومة إلا من قبل الفنيين المختصين بصيانتها، وذلك تجنبا للصعقة الكهربية.

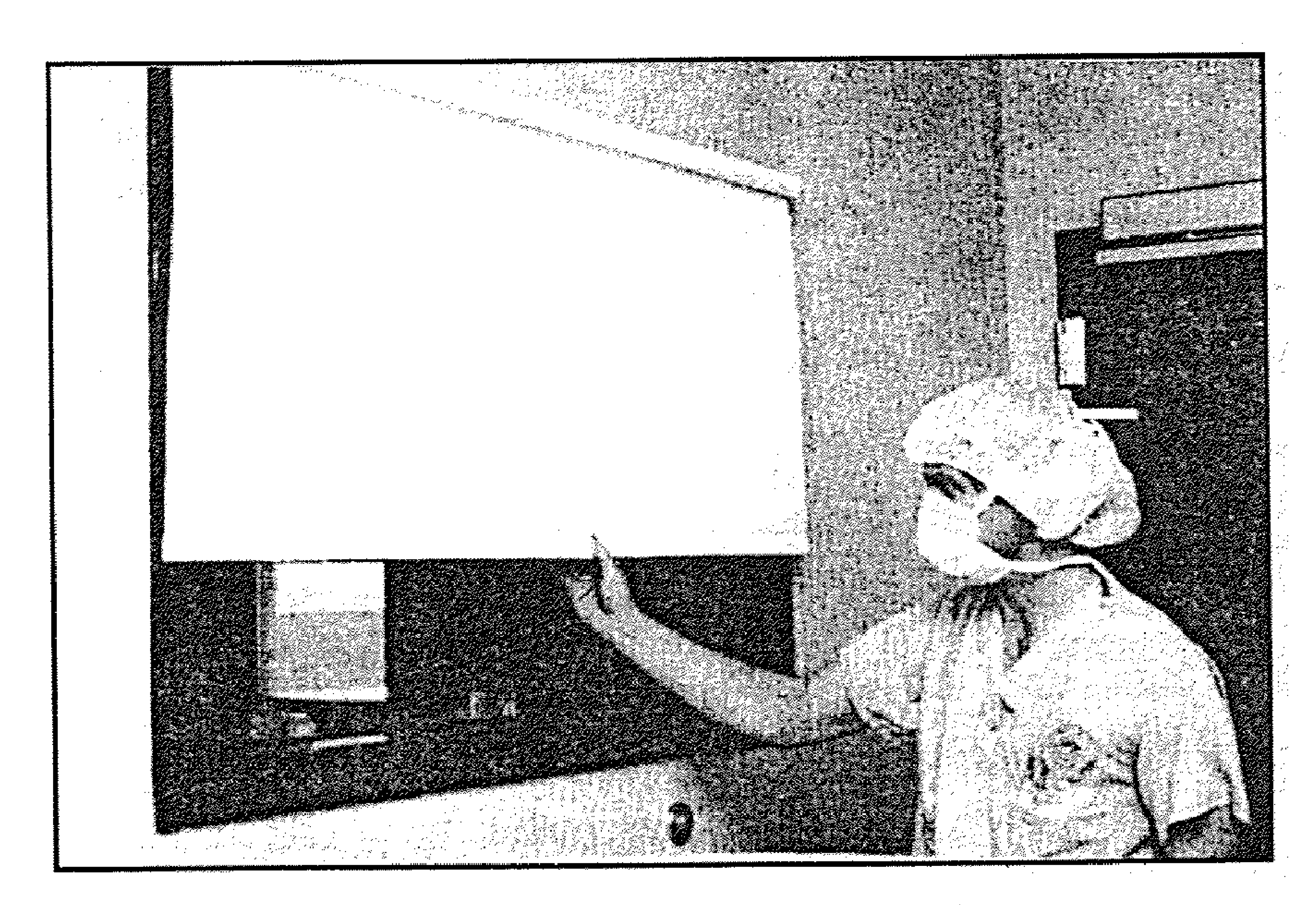
٦- عدم استخدام مواد قابلة للاشتعال بالقرب من جهاز الليزر.

٧- يتم وضع لمبة حمراء فوق مدخل حجرة الليزر يتم إضاءتها فى أى وقت يعمل فيه الجهاز.

٨- يتم تعديل الآلات الجراحية بحيث تكون غير لامعة ويتم طلاؤها باللون الداكن الخشن.

٩- يتم تعديل أطراف المنظار لتقاوم الحرارة ولتفادى انعكاس الضوء والحرارة وتحطم المنظار.

وعن ظهور الأجيال الجديدة من الليزرات يتوقع المختصون نموا مطردا فى وسائل الأمان بالنسبة لليزر الجراحى خصوصا عن طريق استخدام المرشحات الضوئية.



شكل (١٣) شباك واق داخل غرفة العمليات

الفصل الرابع

استخدام الليزر فى مجال طب العيون

٤-١ العين البشرية وكيفية عملها

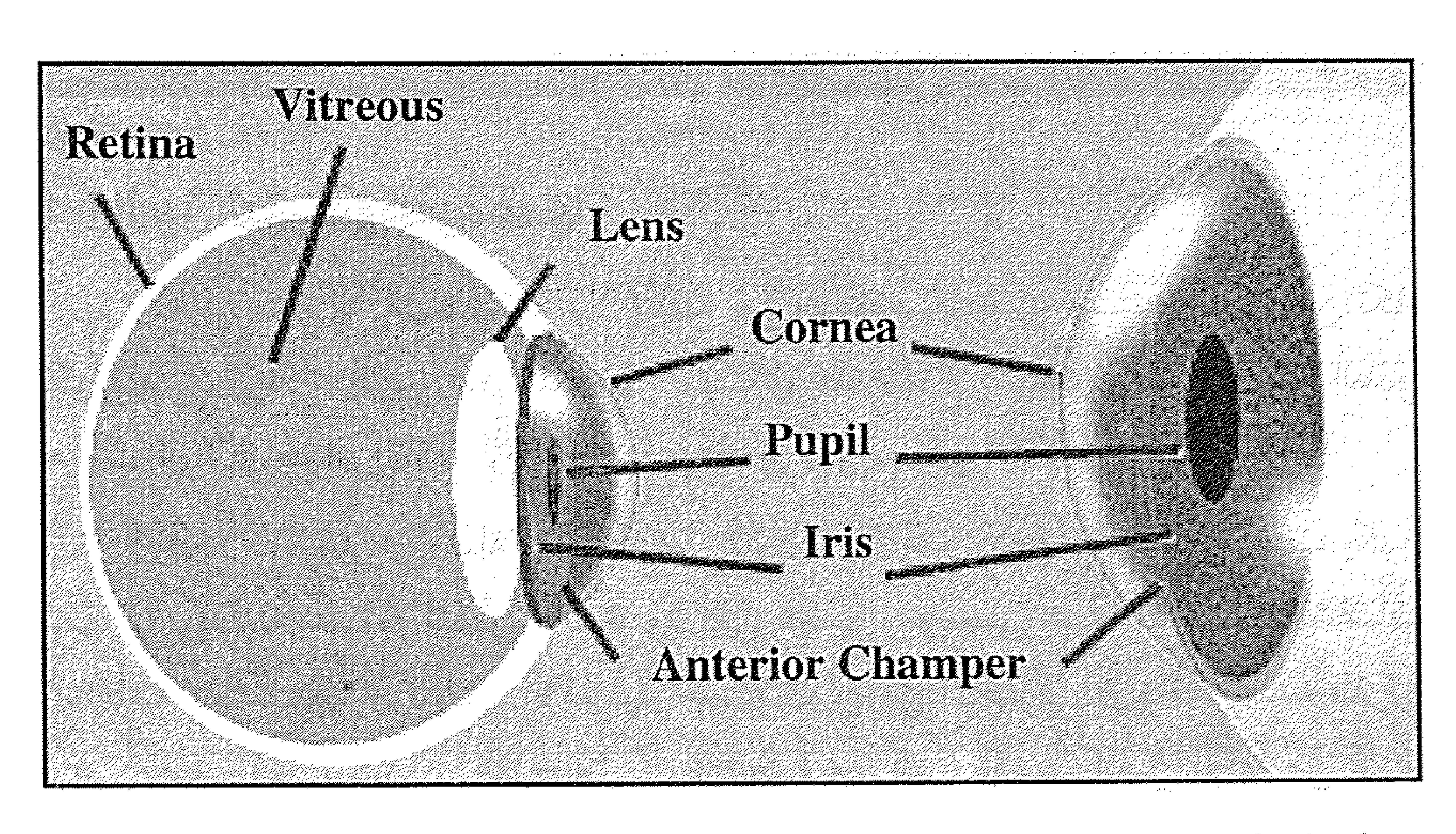
العين تشبه آلة التصوير، ولا تكف عن الالتقاط مادامت مفتوحة. والعين تكاد تكون مستديرة، ٠اللهم عند مقدمتها حيث يوجد انتفاخ بسيط، وعرضها فى الطفل حديث الولادة حوالى ثلاثة أرباع بوصة تزداد إلى بوصة فى الشخص البالغ.

والغلاف الخارجى لمقلة العين أبيض اللون، إلا عند الانتفاخ الأمامى حيث يكون شفافاً وبذلك يسمح للضوء بالدخول إلى العين، ويسمى هذا الانتفاخ الشفاف "بالقرنية" Cornea ووظيفتها الأساسية حماية العين من الأضرار. ويوجد خلف القرنية قرص رفيع رقيق يسمى "القزحية" Sclera وهى التى تكسب العين لونها من أزرق إلى رمادى إلى عسلى . ولون الجانب الخلفى للقزحية أقحوانى قاتم دائماً. وفى منتصف القزحية ثقب مستدير يسمى "إنسان العين" Pupil تتحكم فى اتساعه مجموعتان من العضلات، ففى الضوء الخافت يتسع قطر الثقب أما فى الضوء القوى فيضيق.

وتوجد العدسة خلف إنسان العين مباشرة، وهى عبارة عن قرص دقيق يبلغ قطره ثلث بوصة، وهو رفيع عند الحواف، سميك فى الوسط. وتوجد حول العدسة عضلة دائرية تستطيع بانقباضها أن تجعل العدسة أقل قطراً وأكبر سمكاً. وبهذه الطريقة تستطيع العين رؤية الأشياء القريبة فى وضوح تام. وعندما ترتخى العضلة تستطيع العين رؤية الأشياء البعيدة فى وضوح. ويملأ الفراغ الموجود بين القرنية والعدسة سائل معظمه من الماء يسمى "السائل المائى" أما بقية العين فتملؤها مادة جيلاتينية تسمى " الجسم الزجاجى" .

تُكون العدسة صورة لما يُنظر إليه كما تفعل آلة التصوير. وتظهر هذه الصورة فى مؤخرة العين على غشاء رقيق يسمى "الشبكية" retina يحتوى على نهايات أعصاب حساسة للضوء.

وفى مؤخرة العين بقعة لا نستطيع الرؤية بها على الإطلاق، هى النقطة التى يدخل فيها العصب البصرى وبه كل الألياف العصبية التى تنتشر فى الشبكة، وتسمى هذه النقطة بالنقطة العمياء blind point . ويوجد بالشبكية نوعان من الخلايا الحساسة للضوء. حوالى ست ملايين خلية مخروطية cones وأخرى على شكل "عيدان" أو



شكل(١٤) رسم تخطيطى لمقطع مستعرض فى العين البشرية يوضح المركبات البصرية الرئيسية: القرنية Cornea ، الحدقة Iris ،عدسة العين Lens ، الشبكية Retina ، إنسان العين Pupil، الرطوبة الزجاجية Vitreous، والغرفة الداخلية Anterior chamber.

"قضبان rods" يبلغ عددها ما يقرب من مائة وعشرين مليوناً. وتتلخص وظيفة الخلايا المخروطية والقضبانية فى استقبال النبضات الضوئية وتحويلها إلى تيارات كهربائية وإرسالها للمخ عبر الألياف البصرية ليترجمها إلى ما نسميه بالرؤية. والخلايا المخروطية هى المسئولة عن عملية الإبصار فى ضوء النهار؛ ولذلك تتوقف عليها حدة البصر، وكذلك من وظيفة هذه الخلايا التمييز بين الألوان. أما الخلايا القضبانية فهى حساسة للضوء الخافت والحركة وللتغيرات الطفيفة فى الشدة.

إن رؤية الألوان هى قدرة الشبكية على التمييز بين الألوان المختلفة. وتعتمد العين على الخلايا المخروطية فى التمييز بين هذه الألوان ومن ثم فإن الحيوانات التى لا تحتوى عيونها على هذه الخلايا لديها عمى ألوان. وتنقسم الألوان إلى ألوان أولية وأخرى مُتممة. أما الأولية فهى الأحمر والأخضر والأزرق وهى الألوان التى تُكون باقى الألوان عند اتحادها معاً بنسب مختلفة؛ فالأبيض ما هو إلا اتحاد هذه الألوان الثلاثة بنسب

متساوية، وأما الألوان المُتممة فهى ألوان معينة إذا مُـزجت مع لون آخر معروف أعطت اللون الأبيض.

وعمى الألوان هو عدم القدرة على التمييز بين بعض الألوان مثل الأحمر والأخضر ويتم الكشف عن هذا العيب بعرض بعض الصور الخاصة بعمى الألوان على الأشخاص المراد فحصهم.

٢-٤ عيوب الإبصار

عيوب الإبصار مثل طوله أو قصره ليست أمراضاً ولكنها عيوب فى النظر. فهى لا تحدث بسبب كائنات دقيقة ولكن تحدث فى الغالب نتيجة تشوه فى شكل العين.

٤-٢-١ قصر البصر Myopia (shortsightedness)

فى هذه الحالة تتكون الصورة أمام الشبكية ومن ثم تحدث الرؤية الواضحة فقط عندما يكون الجسم المرئى قريباً من العين. ويحدث قصر النظر بسبب اتساع العين، وذلك ربما يكون نتيجة لزيادة ضغط العين أو لزيادة قوة عدسات العين. وفى العادة يتم علاج قصر النظر باستخدام عدسة مقعرة.

٤-٢- ٢ طول البصر Hyperopia (farsightedness)

فى هذه الحالة تتكون الصورة خلف الشبكية، ومن ثم لا يمكن رؤية الجسم بوضوح إلا إذا تم إبعاده عن العين بمسافة كافية. وسبب طول البصر هو صغر حجم العين أو ضعف عدساتها. وإذا تم إجبار العين على التكيف على رؤية الأجسام القريبة فى هذه الحالة فإن الشخص سيصاب بصداع مستمر، وتستريح العين فقط عند انغلاق الجفون. وفى العادة يتم علاج بعد النظر باستخدام عدسة محدبة.

٤-٢-٣ اللانقطية(اللابؤرية) Astigmatism

وفى هذه الحالة تكون قوة قرنية العين ليست متساوية فى كل المحاور، ومن ثم تتجمع الأشعة المنعكسة من الجسم المرئى فى عدة بؤر على شبكية العين. وهكذا لا يمكن لهذا الشخص رؤية الخطوط العمودية عموديةً فى بعض الأحيان. وفى العادة يتم علاج هذه الحالة باستخدام نظارات طبية ذات عدسات أسطوانية.

٤-٢-٤ ضعف عضلات تركيز البصر(طول البصر الشيخوخى) Presbyopia

هى ضعف عضلات تركيز الضوء focusing بسبب التقدم فى العمر. وهذا التقدم فى العمر يسبب فقدان عدسات العين لمرونتها التى كانت فى ربيع العمر. عاجلاً

أو آجلاً يعانى كل إنسان من ضعف عضلات عدسات العين، وعادة يظهر هذا التأثير فيما بين الأربعين والخمسين من العمر.

وبفرض عدم وجود مشاكل صحية بالعين مثل تكون المياه البيضاء Cataracts أو المياه الزرقاء Glaucoma أو الانفصال الشبكى Retinal Detachment .. إلخ، فإن السبب الرئيسى لعدم وضوح الرؤية يرجع لعيب فى عملية انكسار الضوء خلال مروره بالعين. إن وجود عيب من هذا النوع يرجع لكون المركبات المختلفة للعين غير متناسبة تماماً كما فى العين السليمة، ولذلك لا يتم تركيز الضوء المنعكس من الأجسام المرئية على نقطة محددة على الشبكية.

وحديثا تمكن العلماء من استخدام ليزر الأرجون فى معالجة عمى الشيخوخة Senile Macular Degeneration وهو ما يعنى ضمور الجزء الحساس من الشبكية Macula أو البقعة الصفراء ويصاب هذا الجزء بالضمور بالتدريج مع تقدم العمر، وينصح الأطباء الجميع بالكشف المبكر ومراعاة الأعراض المنذرة مبكرا وأهمها رؤية الخطوط المستقيمة منحنية أو مشوهة، عندئذ يصبح دور الليزر مؤثرا فكلما تم اكتشاف المرض مبكرا أمكن العلاج بنجاح وفى غضون أسبوعين من بداية ظهور الأعراض، وحتى فى هذه الحالة تكون نسبة النجاح ٨٥٪ من الحالات، وتهبط هذه النسبة إلى ١٠٪ إذا مضى على ظهور الأعراض السابقة ستة أشهر وأكثر.

ولقد أنقذ الليزر مرضى الـ Albatio Retinea وهو أحد أمراض العين الذى يكمن خلفها العمى التدريجى حيث تنفصل الشبكية عن الجدار الخلفى الداخلى للعين. وبعد اكتشاف الليزر أصبح من الممكن علاج هذا الداء بسهولة ليتم إنقاذ آلاف المرضى من العمى المحقق، أما بقية استخدامات الليزر فى جراحة العيون فتشمل، استخدام ليزر ثانى أكسيد الكربون فى استئصال أورام الصلبة Sclera وفى تشخيص بعض أمراض العين، وباستخدام التمييز بين الخطأ البصرى والخطأ العصبى فى فحوص المسح الابتدائى لفحص الوظيفة العصبية، فيمكن تقييم قابلية الشبكية على تحليل الصور بواسطة مقياس التداخل الليزرى، إذ شكل التداخل الشبيه بالأشرطة المظلمة والمضيئة والمتكون على الشبكية يكون مستقلا عن قوة -انكسار- العين ويمكن عرض هذه الأشرطة مباشرة على شبكية العين للحصول على نتيجة استقرائية لما يتعلق بعمليات رفع السائل الزجاجى Vitriectomy، وزرع القرنية Corneal Transplantation ورفع المياه البيضاء Cataracts.

كما يستخدم الليزر فى عمليات تمزيق عتمة السائل الزجاجى أو قطع خيوط السائل الزجاجى، وإجراء عمليات مثل شق القرنية الطرفى وقطع الالتصاقات ورفع بعض المواد المزروعة، وكذلك قطع الأنشوطات والأورام القثابية من العين.

ومشاكل تركيز الضوء على الشبكيـة يمكن علاجها بواسطة النظارات الطبية Eye Glasses أو العدسات الـلاصقة Contact Lenses . وبرغم أن النظارات والعدسات الطبية مـفيدة للكثيرين فـإن البعض قد يُفضل أو يحتـاج لبدائل جراحية دائمـة التأثير، وذلك للأسباب التالية :

أ - النظارات تكون أحياناً ذات عدسات سميكـة مما يمثل عقبةً لمرتديها وكذلك كثرة انزلاقها عن الوجه.

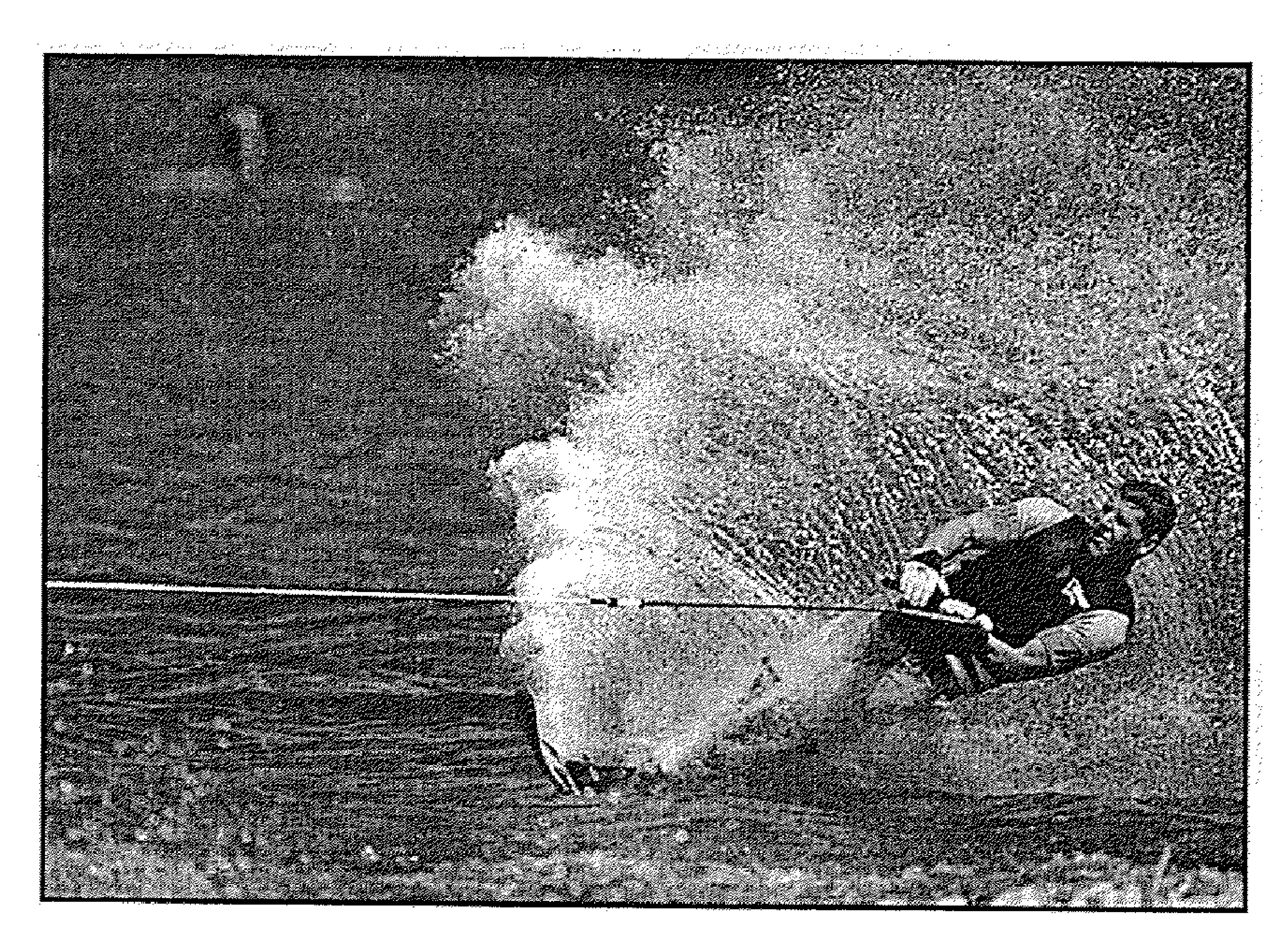
ب - كلما زاد سُمك العدسة زاد مقدار التشوه البصرى عند حروفها.

جـ- هناك أحوال طارئة مثل قيـام الإنسان فى جوف الليل واضطراره للبحث عن نظارته كى يستطيع تلمس طريقه بوضوح.

د - هناك بعض الوظائف والأنشطـة التى لا تتلاءم مع ارتداء النظارات، فـمثـلاً تخيل شخـصاً يمارس رياضة الانزلاق على الماء ولا يسـتطيع رؤية القارب الذى يجذبه بوضوح لأنه لا يستطيع ارتداء نظارته الطبية.

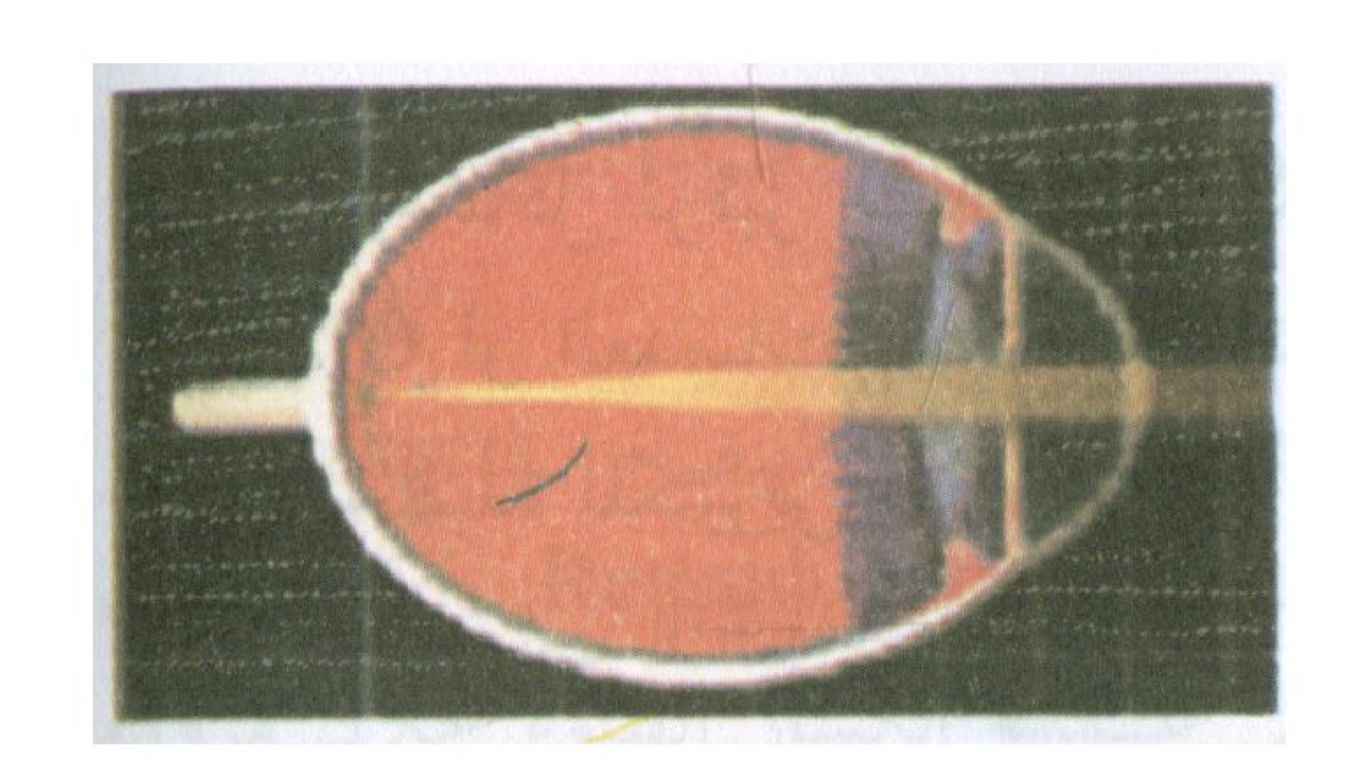
هـ - عدم القدرة على ارتداء العدسات اللاصقة لأن العين قد لا تتحملها.

و - هناك بعض الأشخاص يصـابون بحساسية فى عيـونهم عند وضع العدسات اللاصقة.

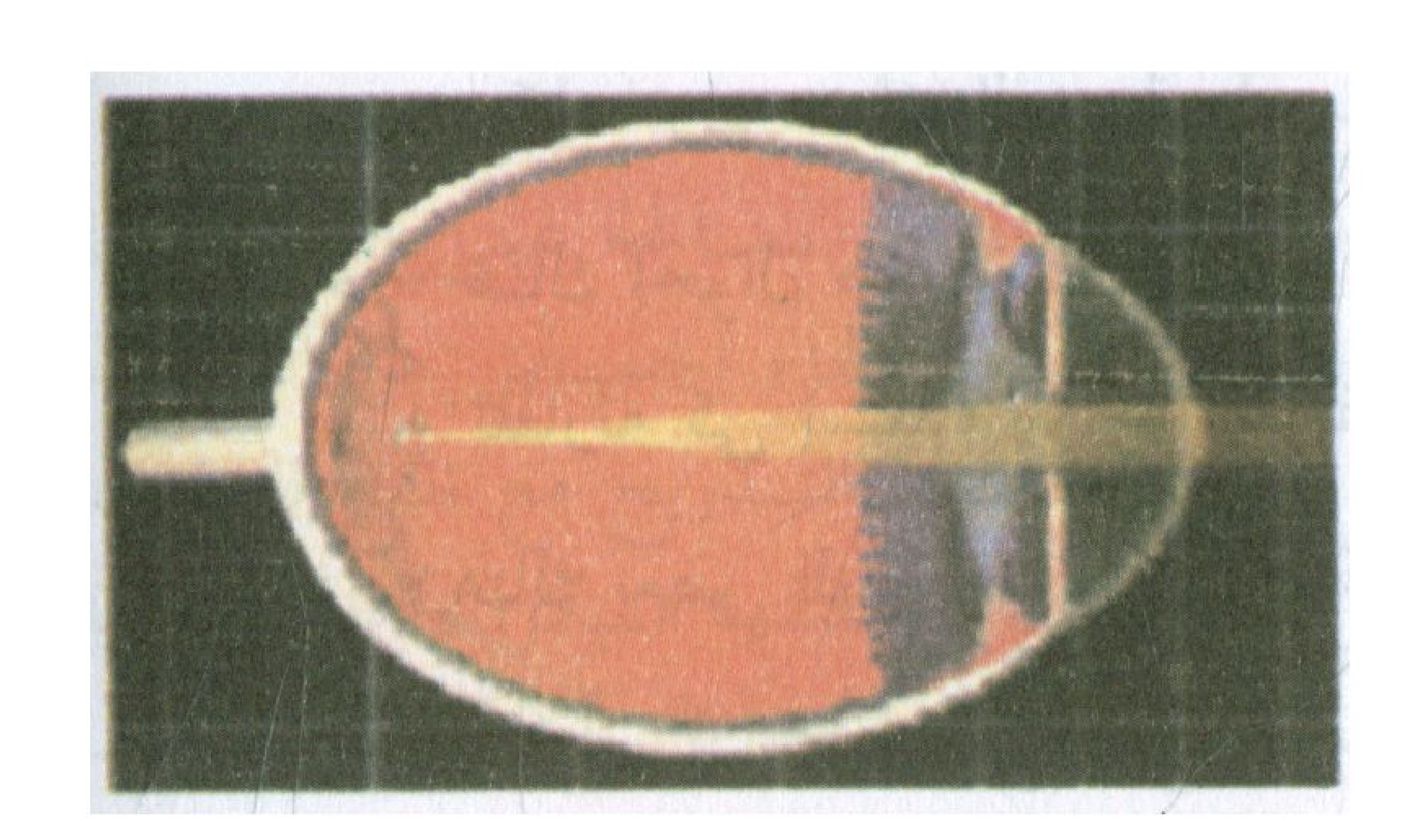


شكل (١٥) رياضة الانزلاق على الماء

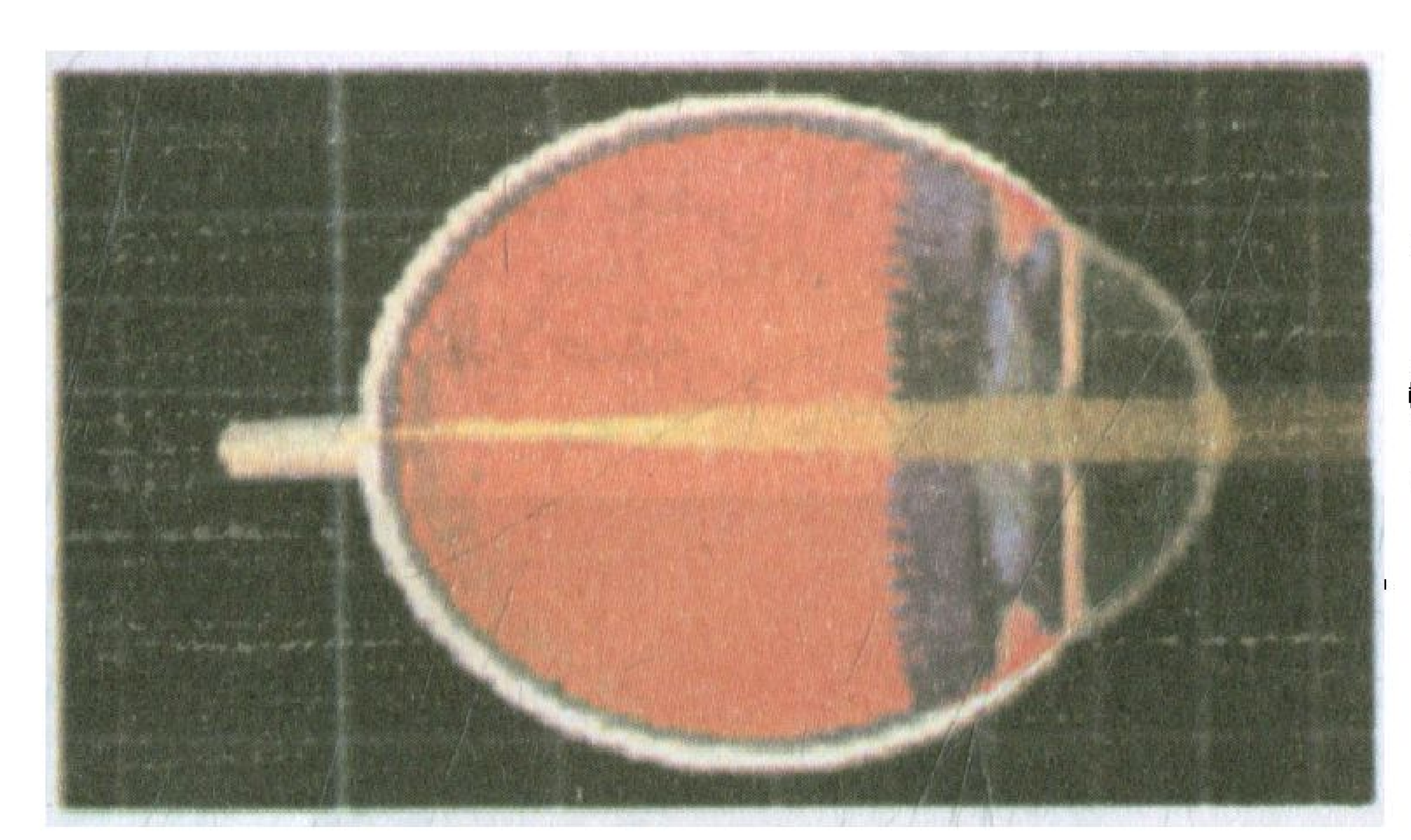




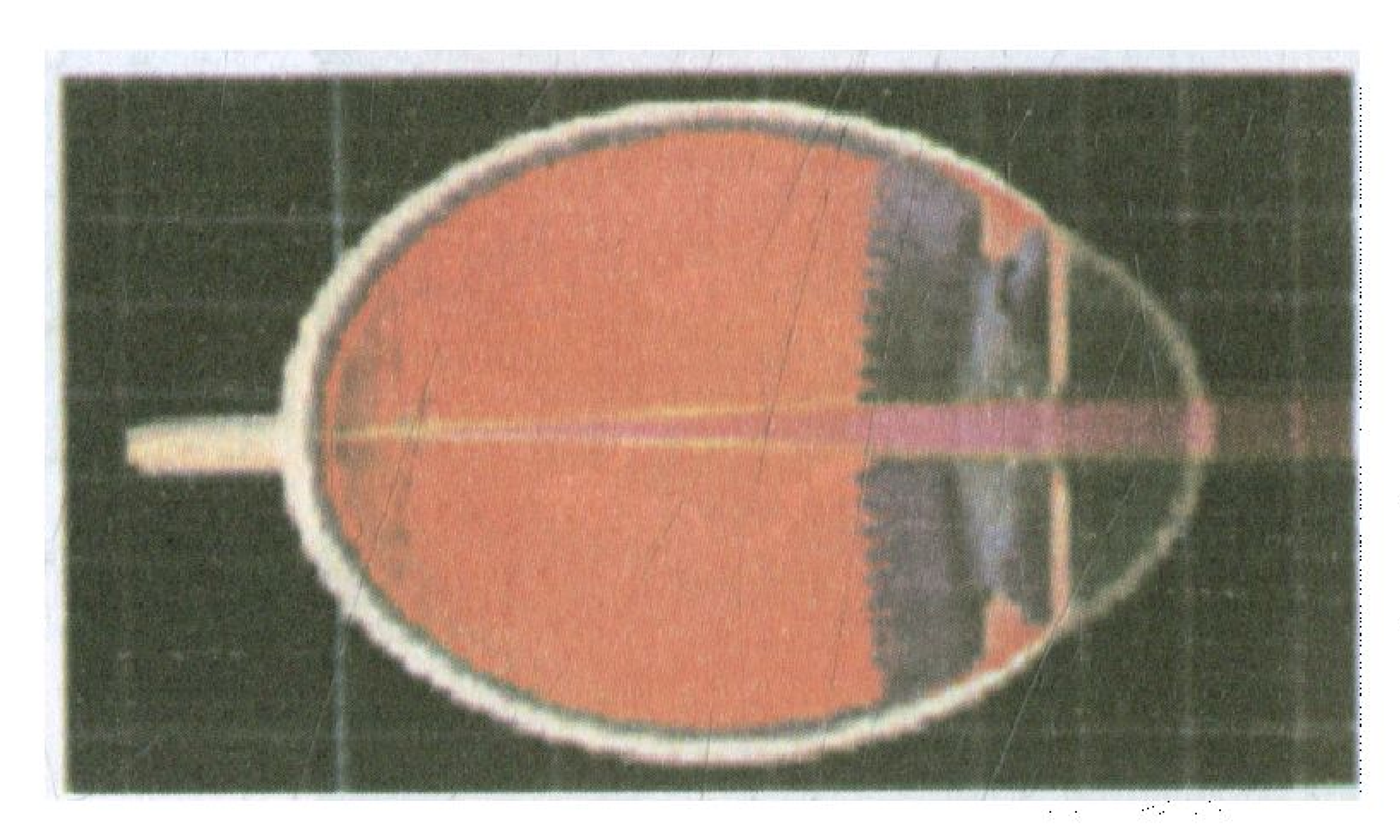
العين العادية Normal Eye : يتركز الضوء من خلال القرنية و العدسة و غيرها بحيث يقع على الشبكية تماماً. حيث تحوله من طاقة ضوئية لأخرى كهربائية تنتقل من خلال العصب البصرى إلى المخ وتسبب الإحساس بالرؤية.



عين مصابة بقصر البصر Myopic Eye : نتيجة لاستطالة العين أو التحدب الشديد للقرنية يتركز الضوء فى نقطة أمام الشبكية وعندما يصل إليها الضوء لا يصبح مركزاً.



عين مصابة بطول البصر Hyperopic Eye : نتيجة لقصر العين أو تسطح القرنية يتركز الضوء فى نقطة تقع خلف الشبكية ولهذا فإن الضوء الواصل فعلاً للشبكية لا يكون مركزاً.



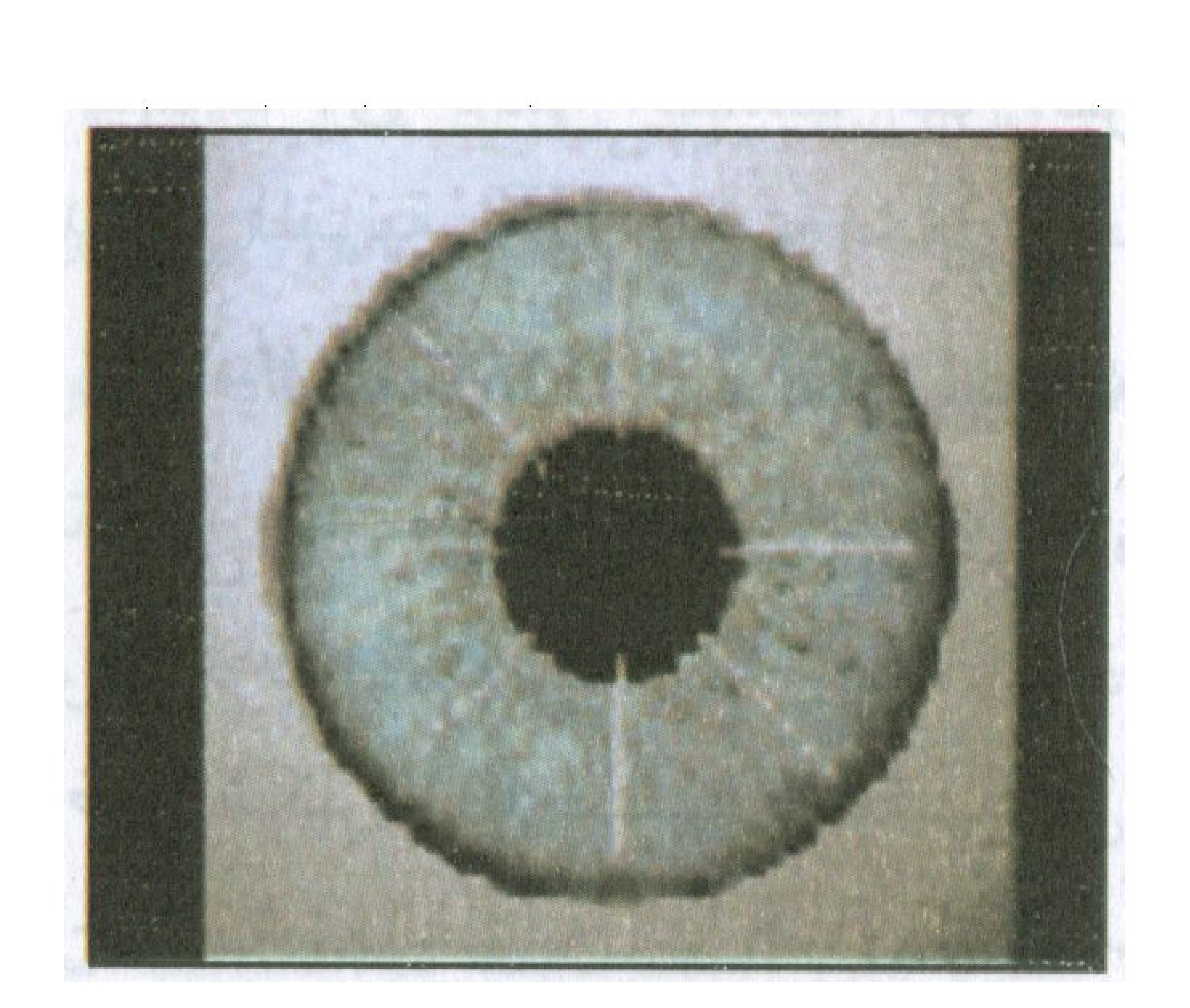
عين مصابة باللابؤرية Astigmatic Eye : لأن القرنية تأخذ شكلاً غير كروى(غير كامل الاستدارة) فإن الضوء ينكسر فى اتجاه ما بمقدار يختلف عنه فى اتجاه آخر (مثلا الاتجاه العمودى)وبالتالى لا يتم تركيز الضوء بدقة فى نقطة واحدة على الشبكية ويؤدى ذلك لعدم وضوح الرؤية.

شكل(١٦)

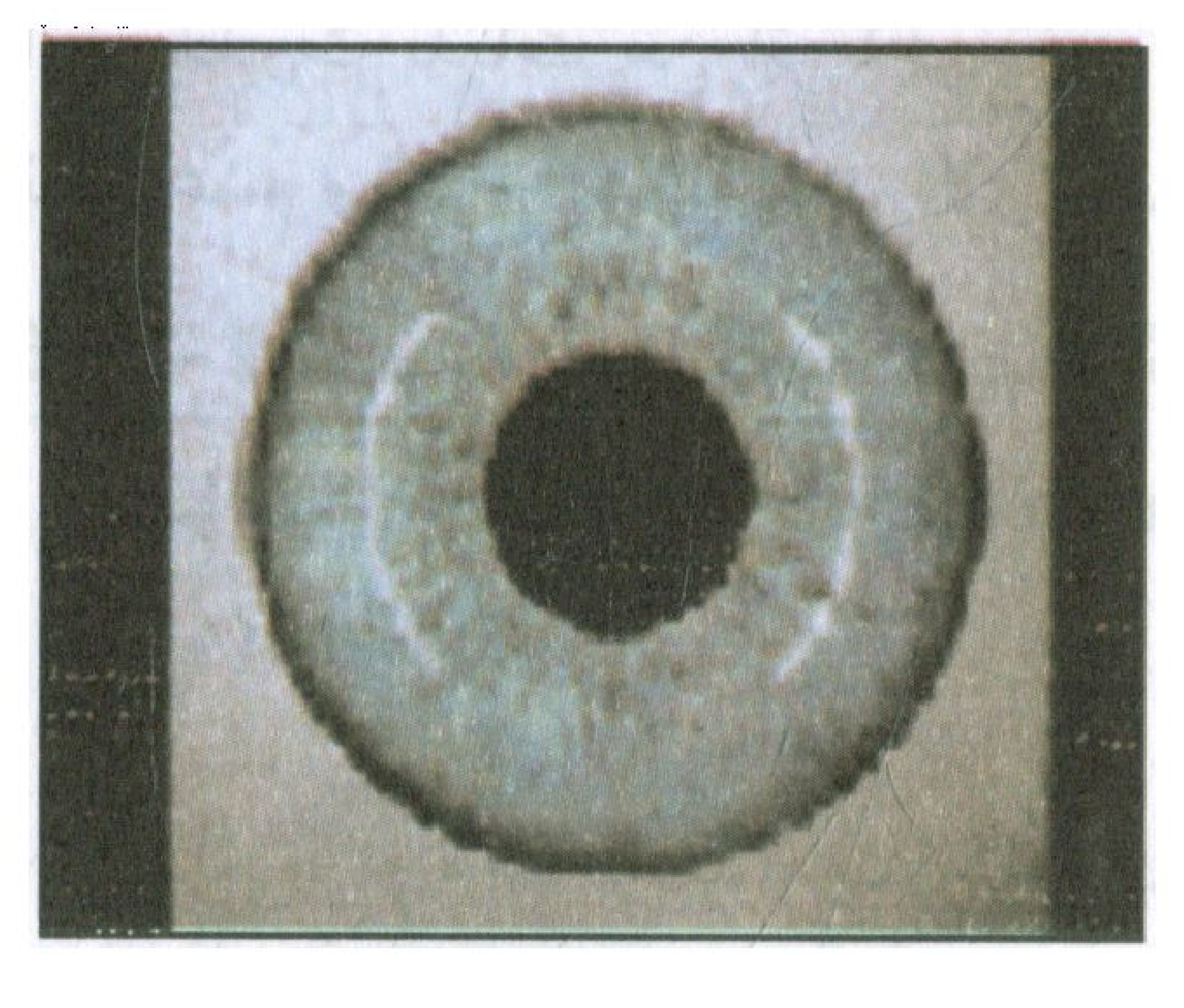
٤-٣ الجراحة الانكسارية

Refractive Surgery

الجـراحـة الانكـسـارية اصطلاح علمى يطلق على مجموعة من العمليات الجراحية المختلفة التى تغير العلاقات بين مُركبات العين المُركزة للضوء، وذلك فى محاولة لتجمـيع الضوء فى بؤرة محددة على الشبكيـة دون التعرض للمـصاعب التى قد تنجم عن ارتداء النظارات الطبية أو العدسـات اللاصقة . وفى الفـقرات التـاليـة نسـتعـرض بعض الجـراحـات الانكسارية.



Cornea after Radial Keratotomy RK



Cornea after Astigmatic Keratotomy AK.

شكل(١٧) الصورة العليـا لقرنية بعد إجراء عـملية شق نصف قطرية RK ويتـضح أن بهـا ثمانيـة شـقوق. أمـا الصورة السفلى فتوضح القرنية بعد إجراء عملية شق لا بؤرية AK وبهـا شقان علـى هيئة قـوسين علـى المحور الأكثر ميلاً(تحدباً).

٤-٣-١ شـق القـرنيـة النصف قطرى

Radial Keratotomy (RK)

تتضـمن هذه العمليـة اسـتخدام شـفرة من الماس لعـمل شقـوق نصف قطرية فى الجـزء المحـيطى والمحـيطى الأوسط من القـرنيـة إلـى عـمق يبلغ حـوالى ٩٠٪ ، وذلك يُسـبب تسطح الجـزء المركـزى من القـرنيـة عن طريق إضعـاف الأجزاء المحيطية المسـاندة لبنية القـرنية وبـالتالى تُقلـل أو تُزيل قصـر البصر Myopia.

٤-٣-٢ شـق القرنية السـداسـى Hexagonal Kera totomy (HK)

نذكر شق القـرنية السداسى هنا من باب التـأريخ فقط، فلقد كانت هذه العـملية تجرى سابقاً بغرض إصلاح طول البصر Hyperopia، عن طريق عمل شقوق سداسية

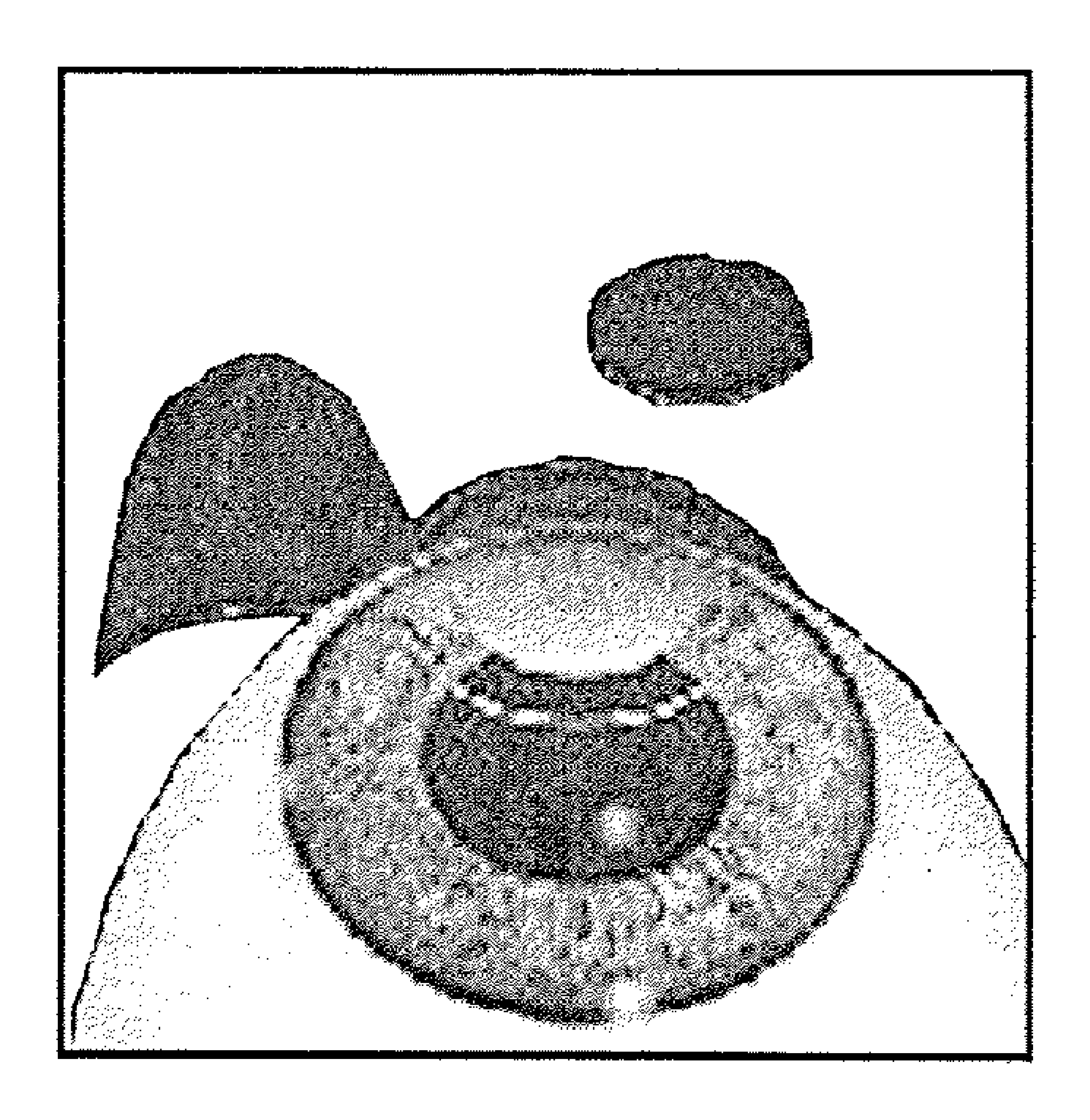
فى القــرنية أى عكس عــملية شق القرنيــة النصف قطرى RK . لكن عمليـة الشق السداسى للقرنية HK فشلت فشلاً ذريعا وأوقف العمل بها.

٤-٣-٣ شق القرنية اللابؤرى Astigmatic Keratotomy (AK)

فى هذه الحالة يتم عــمل شقوق فى الجزء المماسى المحيطى من القرنيــة أو عمل شقوق جزئية دقيقة لتسطيح الجـزء المحدب المحيطى من القرنية وجعلها كروية الشكل . ويوضح شكل(١٧) شـقين دقـيقـين فى المحـور الأكثـر تحدبا من القـرنية. ومن مـزايا جراحات شق القـرنية أنها قليلة التكاليف نسبيًّا وأنها تؤدى لنتائج جـيدة للأشخاص الذين يعانون من قصر بصـر لا يتعدى ثلاثة ديوبتر Diopeter . أما عيوبهـا فكثيرة ، فبعض الأشخاص لا تتحقق لديهم النتائج المتوقعة وفى حالات كثيرة يحتاجون لمزيد من إصلاح البصر، وفى البـعض قد تزيد الشقوق عن المطلوب فتؤدى لبـعد البصر، وهناك إمكانية لحدوث ندبات من أثر الجروح، كما قـد تؤدى هذه العملية لضعف عام فى بنية القرنية وعدم وضوح الرؤية عند الارتفاعات الشاهقة.

٤-٣-٤ تقويم القرنيـة الصفائحى المُؤتمت Automated Lamellar Keratoplasty (ALK)

بدأ إجراء هذه العملية منذ عام ١٩٤٩م ، ولكن حـدث تقـدم ملمـوس فى السنوات الأخيرة فقط كنتيجة للتقدم الهائل فى الأجهزة والمعـدات المستـخدمـة. ويُستـخـدم فى هذه العـمليـــة أداة مـعـقـدة التـركـيب تسـمى "الميكـروكـيـراتـوم المؤتمت Automated Microkeratome " يتم بهـا فـتح الجـزء السطحى من القـرنية ويسمى " قـبعة القـرنية Corneal Cap " ثم يُزال جـزء مـعـين من الأنسـجة من مـركز القرنـية .ثم تعـاد قُبـعة القـرنية لمـكانها دون الحـاجـة لعمـل خيـاطة جـراحيـة. ومن الجـدير بالذكـر أنه عند رفع غطاء القرنية لا ينفـصل تماماً عن بقية القرنيـة بل تظل متصلة بها فى جزء صغـير يعمل كمفصلة Hinge. إن إزالة هذه الأنسجة المركـزية من القرنية يسمح بتسطيـحها وتقليل



ALK: Cornea showing hinged flap raised and section of cornea underneath removed to flatten the curvature

شكل (١٨) رفع قبعة القرنية المفصلية وإزالة بعض الأنسجة من تحتها لتسطيح القرنية.

تحدبها وبالتالى من تقليل قصر البصر myopia أو إزالته. ومن مزايا هذه العملية أنها تسمح بإصلاح قصر البصر الشديد (حتى ١٨ ديوبتر) وكذلك بعض الحالات المعتدلة من طول البصر. كذلك تسمح بالنقاهة السريعة وعودة المصاب لنشاطه المعتاد فى وقت قصير. ومن عيوبها أنها قد ينشأ عنها بعض المشاكل التقنية نتيجة الإزالة الميكانيكية لأنسجة القرنية مما قد يُسبب حدوث ندبات أو نتائج غير متوقعة؛ ولذلك فقد حل ليزر الإكسيمر Excimer Laser محل هذه التقنية.

٤-٣-٥ البتر الانكسارى الضوئى لجزء من القرنية بواسطة ليزر الإكسيمر Excimer Laser Photo-Refractive Keratectomy(PRK)

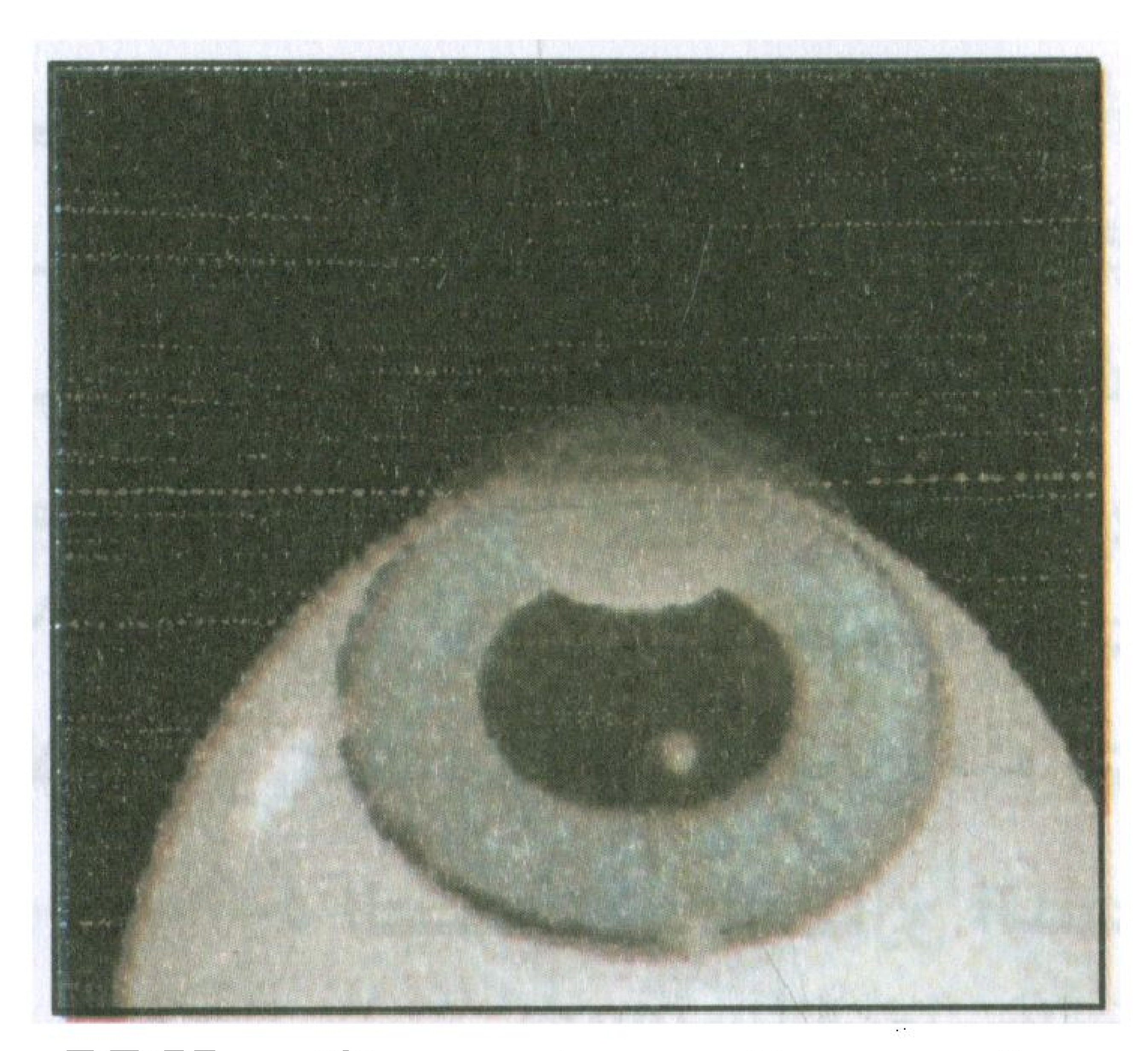
يستخدم جهاز ليزر الإكسيمر نبضات عالية الطاقة من الأشعة فوق البنفسجية ultraviolet التى تقطع الروابط الجُزيئية بين خلايا القرنية بدقة عالية. ويختلف ليزر الإكسيمر عن الأنواع الأخرى فى كونه يبعث بأشعة ضوئية "باردة cold " أو غير حرارية non-thermal. ولهذا فإن هذه التقنية نموذجية لإعادة تشكيل القرنية حيث إنها لا تسبب أية أضرار للخلايا المحيطة بمنطقة العملية. ويستخدم جهاز حاسب (كمبيوتر) مُعقد التركيب لدقة السيطرة والتوجيه لشعاع الليزر. وفى عملية الـ PRK يُزيل شعاع الليزر كمية صغيرة (ميكروسكوبية) من أنسجة القرنية الموجودة على السطح الأمامى للجزء المركزى من القرنية مما يجعل هذه المنطقة المركزية أكثر تسطيحاً وبالتالى يسمح بتركيز الضوء بدقة على الشبكية. وحيث إن هذا الجزء من القرنية قد أُعيد تشكيله فإن القبعة الخارجية للقرنية تعود لتغطى السطح قبل أن تستريح العين لوضعها النهائى وتبدأ فى الرؤية بوضوح.

PRK: Excimer Laser Beam remolding front surface of cornea

شكل (١٩) شعاع ليزر الإكسيمر يعد تشكيل سطح القرنية

من مزايا الـ PRK أنها تحقق نتائج جيده لقصر البصر البسيط (حتى ٣ديوبتر)، وأنها أدق من عملية الـ RK ، ويستطيع المريض العودة لمزاولة حياته الطبيعية فى

غضــون يومين أو ثلاثة بعد إجراء العــملية. أما أبرز عيوبها : أن فترة النقاهة تكون طويلة نسبيًا (تبلغ عدة أسابيع) لحالات قصر البصر التى تزيد عن ٤ ديوبتر، وقد تدمع العين لمدة ثلاثة أيام حتــى تلتئم الجروح،ويجب تــنقيط نقط الكورتيزون فى العين لمدة ثمــانية أسابيع تقريباً لمنع حدوث ندبات أثناء الالتئام.

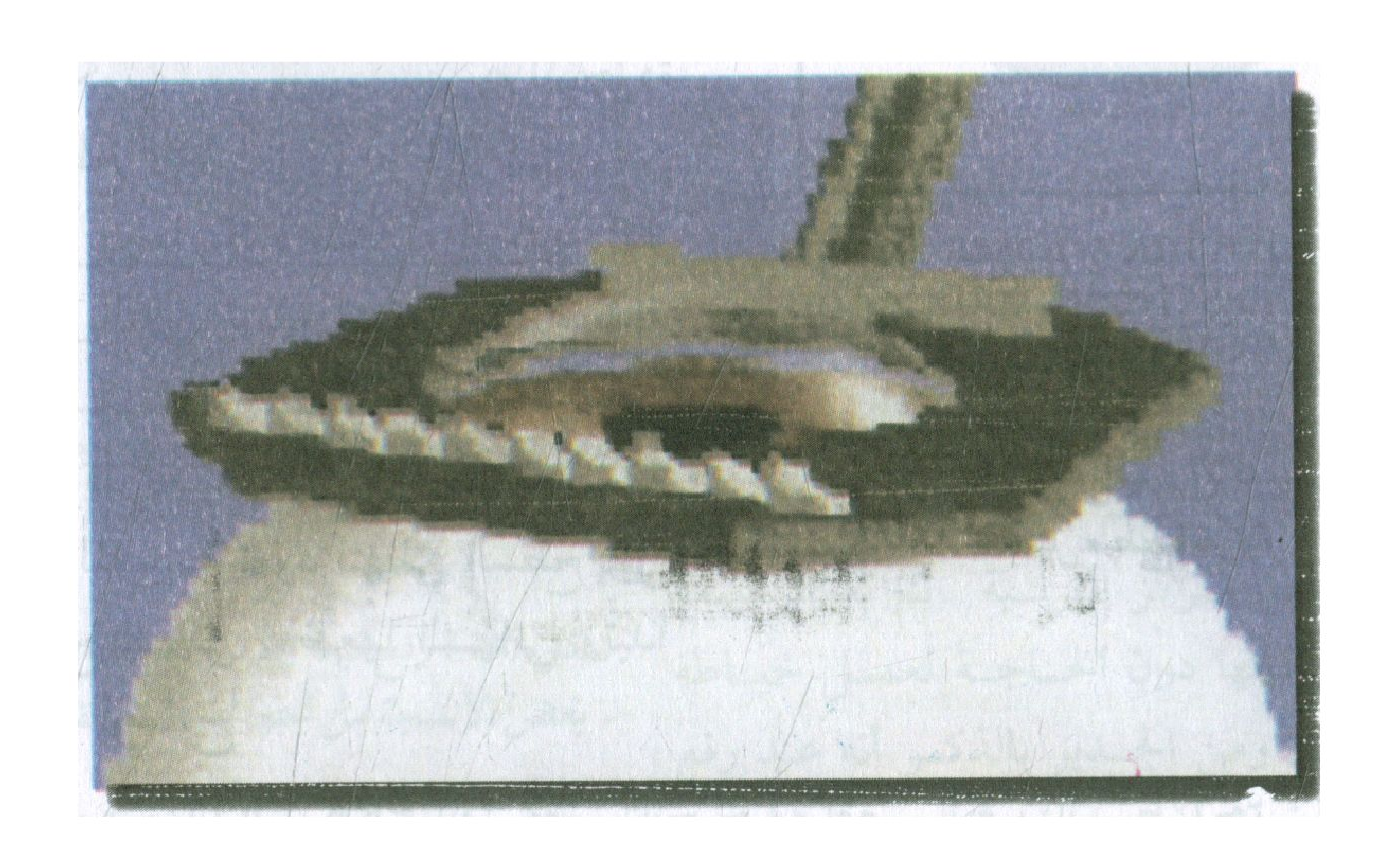


PRK: Corneal surface after flattening & remolding by Excimer Laser

شكل (٢٠) سطح القرنية بعد تسويته بواسطة ليزر الإكسيمر

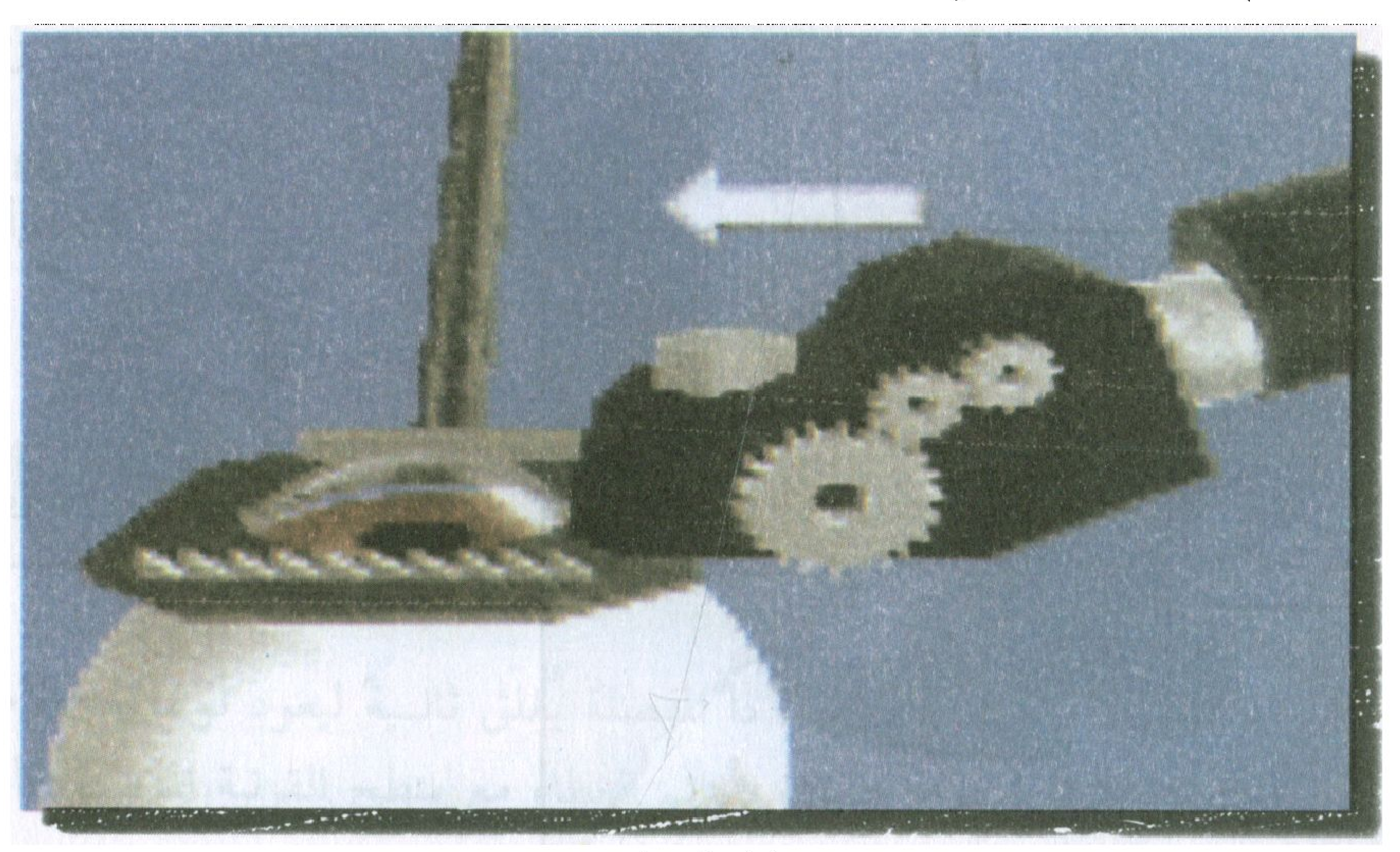
٤-٣-٦ البتر المُعــان بأشــعة الليزر لجزء من القــرنية فــي مكــانه الأصلي (لازيك) (Laser Assisted In-Situ Keratomileusis (LASIK)

كلمة "لازيك" ترجــمة حرفيــة للأصل الإنجليزى LASIK وهى كلمة أوائلية



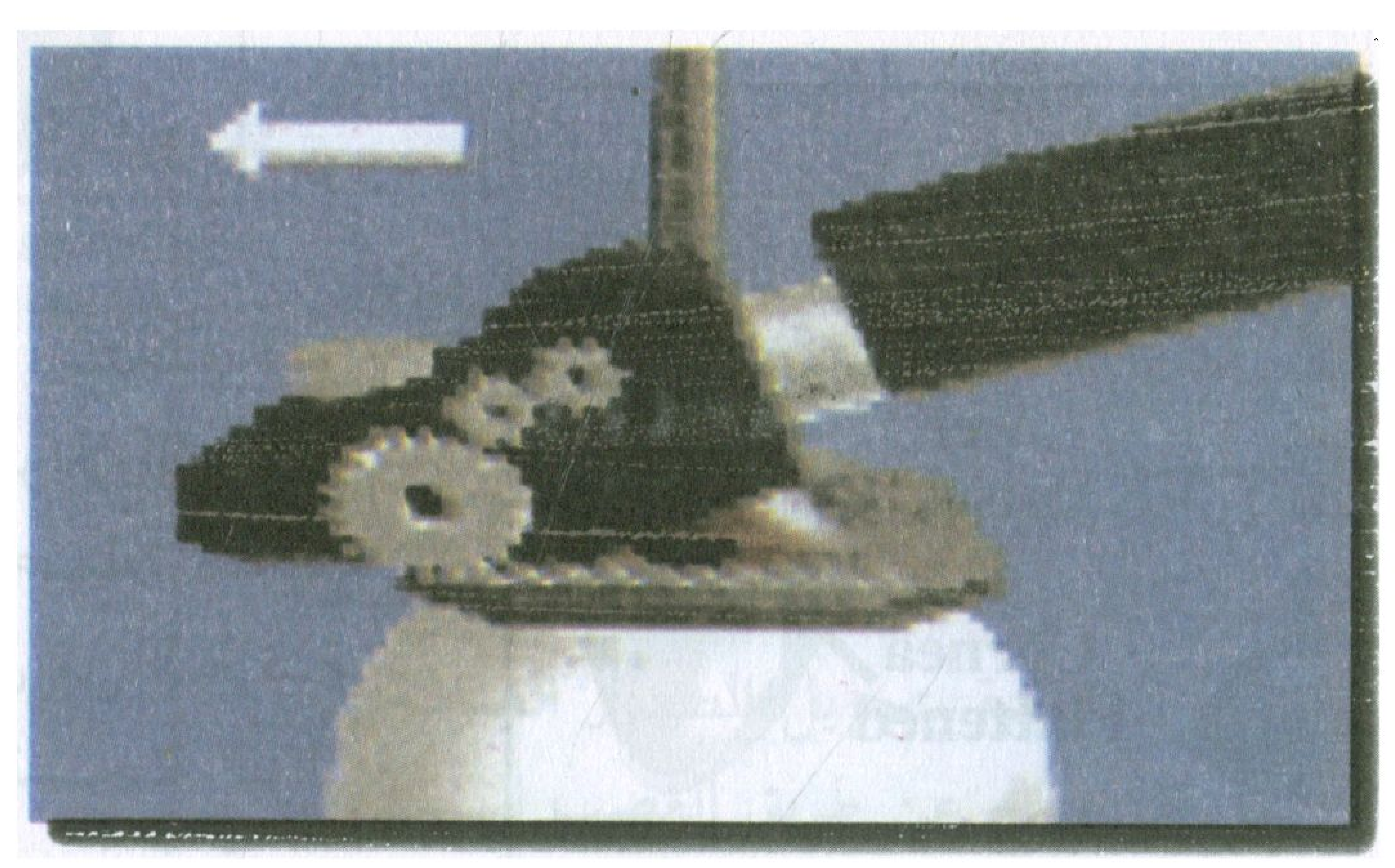
شكل (٢١)

تتكون من الحروف الأولى لكلمات العبارة LAser in SItu Keratomileusis وتعنى البتر المُعان بأشعة الليزر لجزء من القرنية فى مكانه الأصلى. ويستخدم فى هذه العملية التصحيحية نوعان من الآلات لتغيير درجة قصر البصر فى العين: الآلة الأولى هى جهاز ليزر الإكسيمر Excimer Laser والثانية هى السكين الحاد المعقد التركيب نسبياً والمعروف باسم "الميكروكيراتوم".

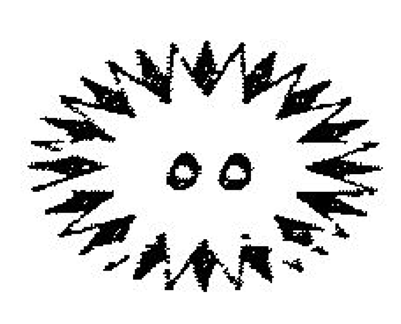


شكل (٢٢)

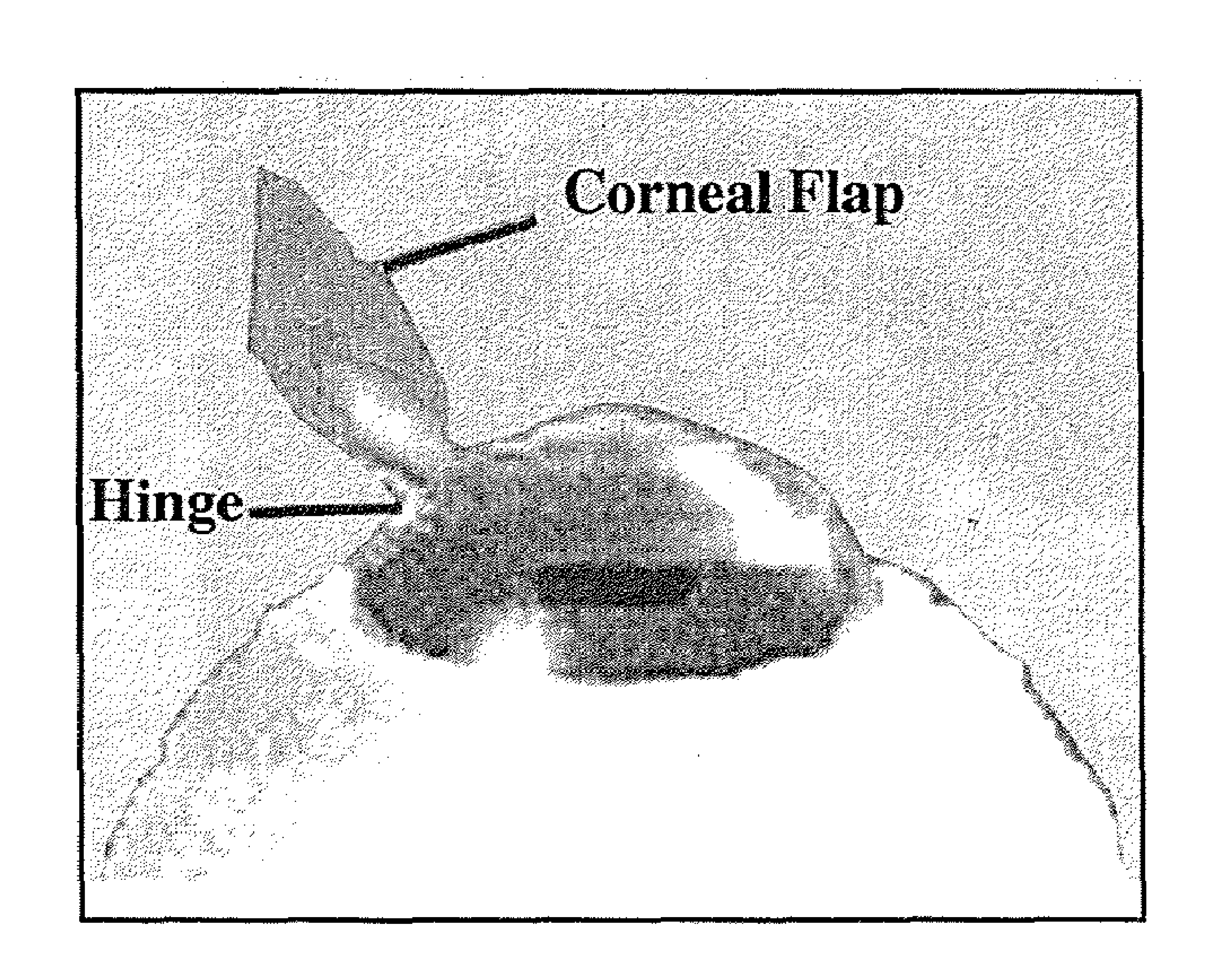
بعد تنقيط قطرات مُخدرة فى العين، توضع حلقة تفريغ هوائى متمركزة فوق قرنية العين. وحلقة التفريغ هذه تعمل على استقرار موضع العين وتزيد من الضغط إلى الحد المطلوب لعمل "الميكروكيراتوم" بطريقة سليمة. وخطوط الإرشاد guide tracks الموجودة بحلقة التفريغ تُستخدم لتحديد مسار دقيق للميكروكيراتوم.



شكل (٢٣)

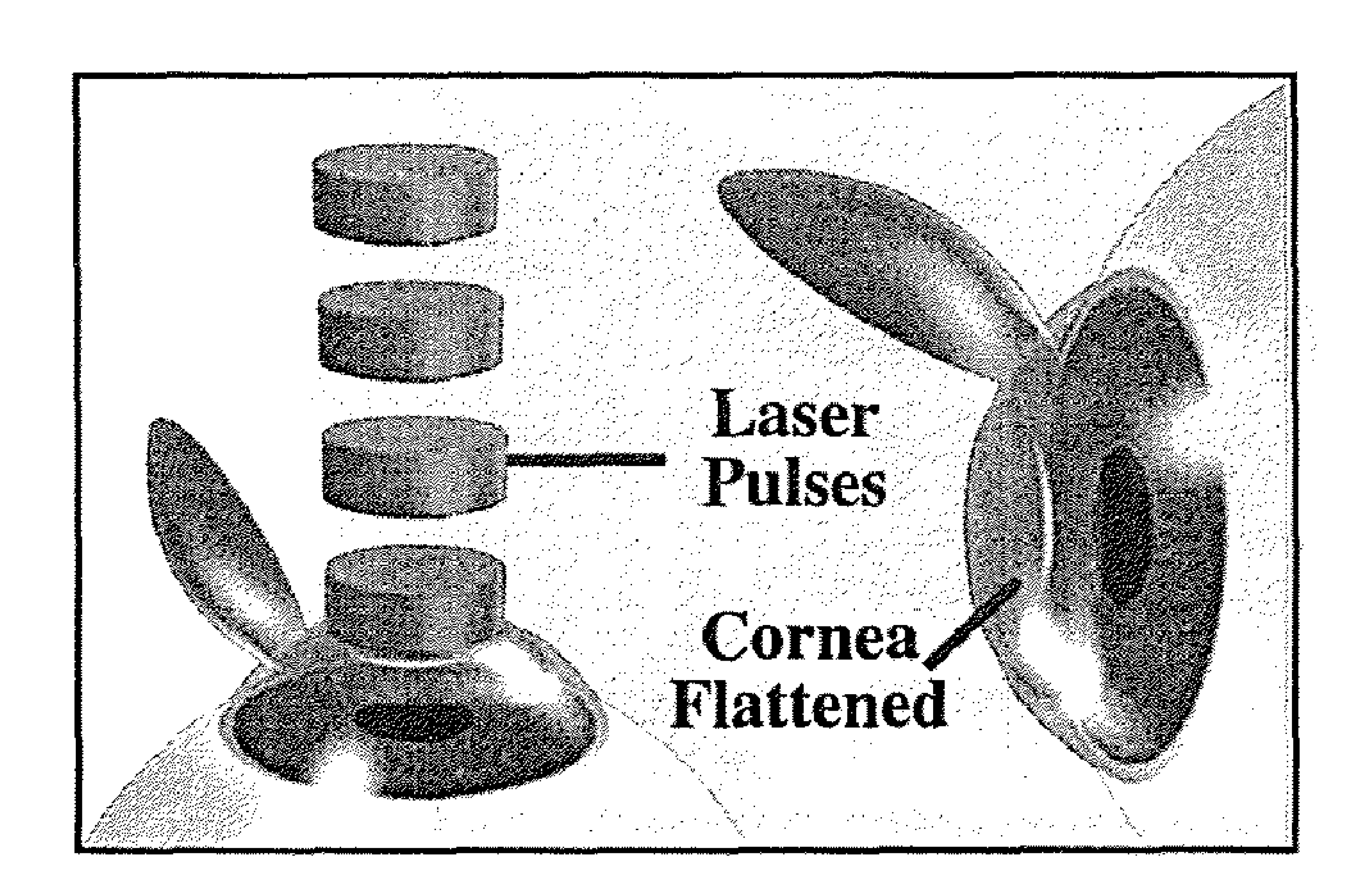


والميكروكيراتوم آلة بالغة الدقة وتُمثل حجر الزاوية فى عملية "لازيك". وهذه الآلة هى موسى ميكانيكى يحتوى على شفرة حادة تتحرك للأمام والخلف بسرعة عالية. ويوضع هذا الموسى فى المسارات المُرشدة لحلقة التفريغ ويتحرك نحو القرنية باستخدام تروس عند سُرعة محكومة Controlled. وهذه العملية تصنع غطاءً جزئياً فى القرنية ذا سُمك مُنتظم. ويتم عمل هذا الغطاء مع ترك جزء من القرنية بدون قطع ليعمل كمفصلة.



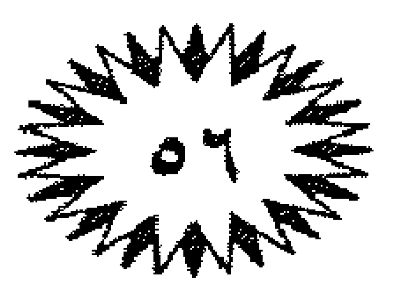
شكل (٢٤)

وبعد رفع حلقة التفريغ والميكروكيراتوم يُثنى الغطاء للخلف عند المفصلة ويتم تعريض الجزء الأوسط من القرنية.

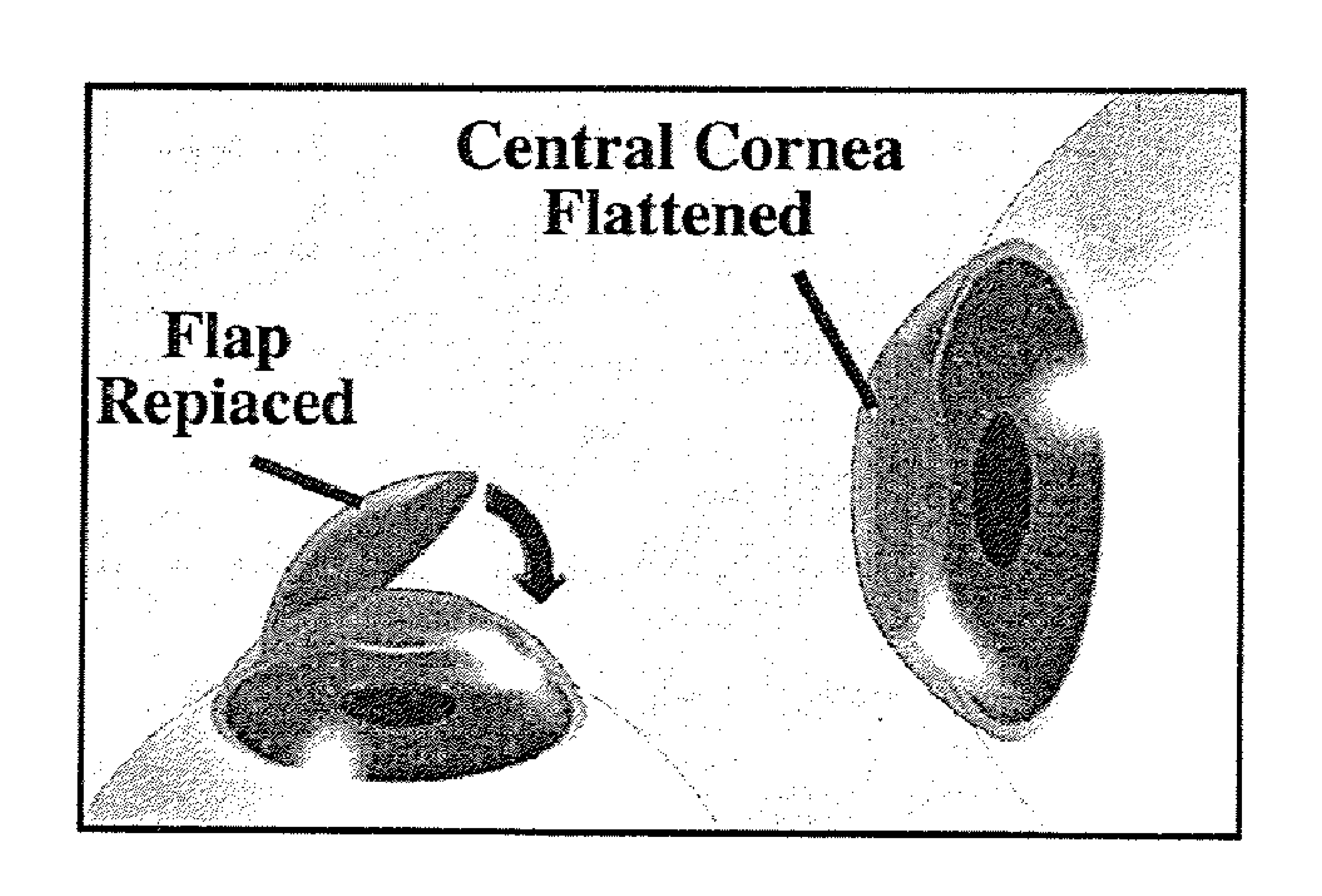


شكل (٢٥)

وحينئذ يُستخدم ليزر الإكسيمر لإزالة بعض الأنسجة وإعادة تشكيل الجزء المركزى من القرنية وكمية الأنسجة المُزالة تتوقف على درجة قصر



البصر الذى يجب تصحيحه. وهذا الجزء من عملية لازيك يكاد يكون مماثلاً لعملية الـ PRK فيما عدا أنه فى الحالة الأخيرة PRK يتم التعامل مع سطح القرنية بدون صنع غطاء لها.

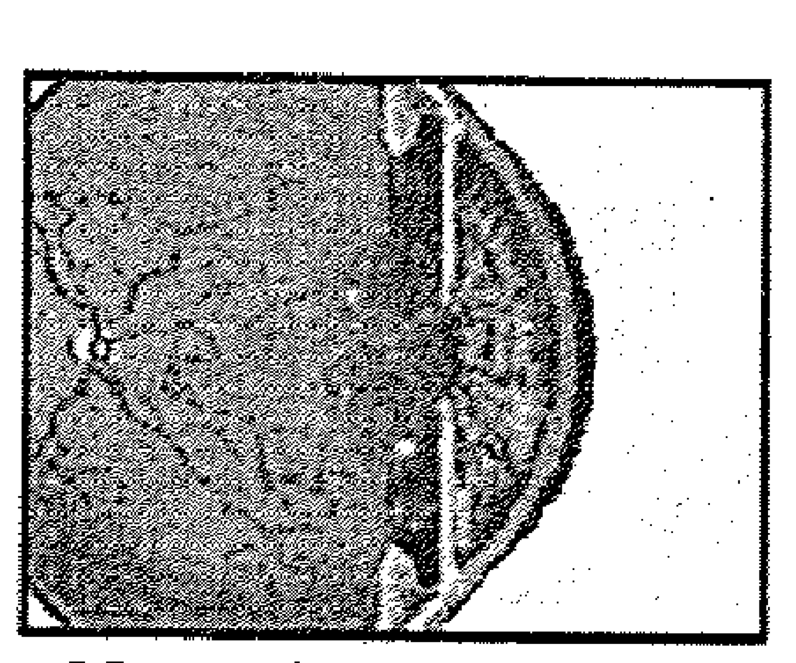


شكل (٢٦)

وفى المرحلة الأخيرة فإن الغطاء ذا المفصلة يُغلق ثانيةً ليعود لوضعه الأصلى. ويكون سطح العين أكثر استواء حيث يتوائم الغطاء مع سطح القرنية الموجود أسفله. وفى الحقيقة أن التغيير الذى تم إحداثه فى مركز القرنية قد انتقل لسطحها.

٤-٤ المياه البيضاء Cataract

ماهى المياه البيضاء؟

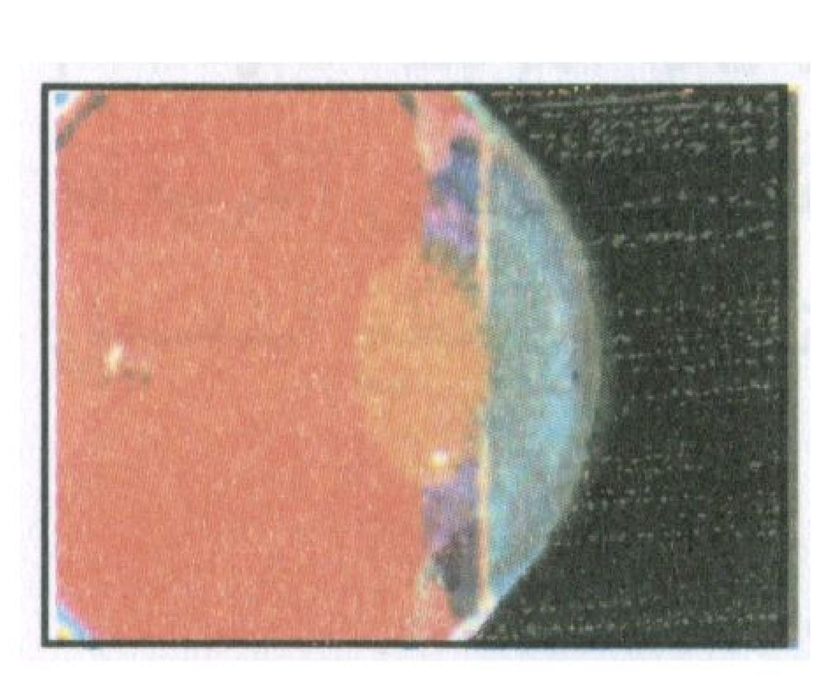


Normal eye showing clear crystalline lens.

شكل (٢٧) عين سليمة بها عدسة بلورية صافية

تقوم عدسة العين بتركيز الضوء على الشبكية مثلما تُمركز عدسة آلة التصوير الضوء المنعكس من الجسم على الفيلم الحساس وإذا حدث وكانت عدسة آلة التصوير غير نظيفة وغير صافية (عليها ما يشبه الشبورة) فإن الصور التى تلتقطها هذه الآلة تكون غير واضحة وضبابية. إن ذلك يشبه بدرجة كبيرة ما يحدث عندما تتكون المياه البيضاء فى العين فحيث إن المياه البيضاء تعنى تكوّن سُحب على عدسة العين التى تكون صافية فى حالتها الطبيعية فإن ذلك يؤدى إلى ضبابية الصور الضوئية المتكونة على (أو المرسلة إلى) شبكية العين. ومن هناك تقوم الشبكية بتحويل الصور الضوئية إلى إشارات كهربية تُنقل إلى المخ عن طريق العصب البصرى.

ومرة أخرى إذا كانت هذه الصور الضوئية ضبابية بسبب تكون المياه البيضاء فإن الرؤية لن تكون واضحة .

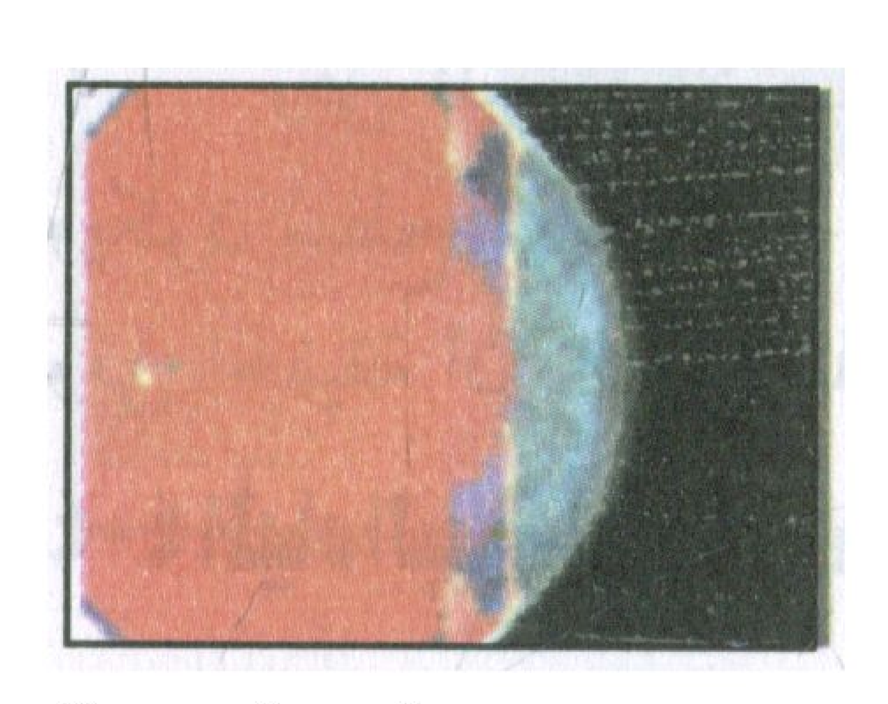


Eye with cloudy lens i.e. cataract

شكل (٢٨)
عين مصابة بالمياه البيضاء، واضح بها عدسة ضبابية

وعادة يرجع تكون المياه البيضاء بالعين إلى عملية التقدم الطبيعى فى العمر والذى يؤثر على العين. ويُقدر المتخصصون أن ٦٠٪ من الذين تزيد أعمارهم عن ستين عاماً قد يعانون من تكون المياه البيضاء بالعين. ولكن مع التقدم الطبى فى مجال إزالة المياه البيضاء والمُتاح فى الوقت الحاضر فإن علاج هذا المرض أصبح من أكثر العمليات الجراحية شيوعاً ونجاحاً فى المجال الطبى عامةً.

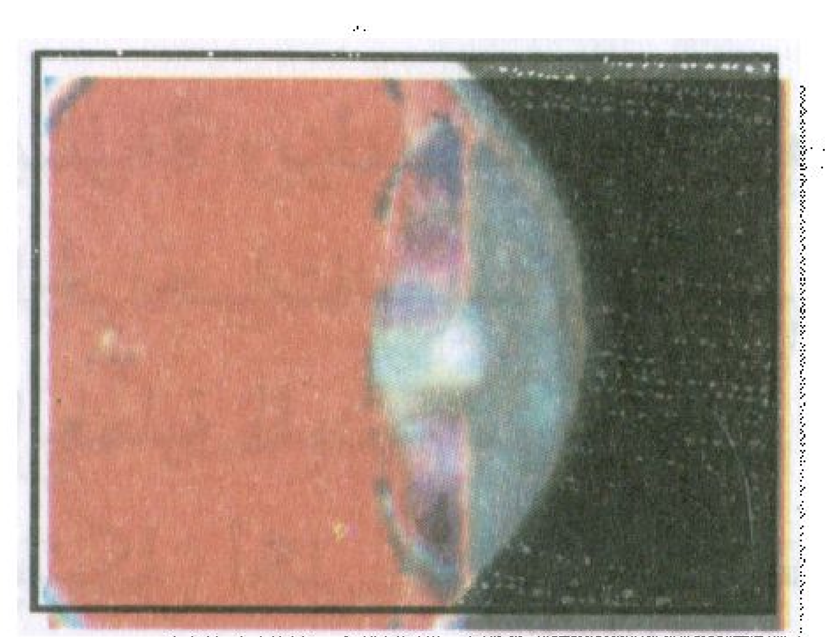
وفى الماضى كانت عملية إزالة المياه البيضاء تتطلب من المريض البقاء بالمستشفى لأسابيع وأحياناً لشهور حتى يتم شفاؤه. ولكن ذلك كله تغير فى الوقت الحالى. فبدلاً من تخدير المريض بالحقن يتم تنقيط بضع قطرات بالعين لتخديرها ويُعطى المريض دواء عن طريق الفم يشعر بعده بالراحة والاسترخاء التام. وإزالة المياه البيضاء بالجراحة الميكروسكوبية الحديثة modern microsurgery تتضمن إزالة عدسة العين الطبيعية غير الصافية والمتكون عليها سُحب واستبدالها بعدسة اصطناعية صافية تُزرع بالعين لاستعادة الرؤية الواضحة. ولتحقيق ذلك يقوم الجراح بعمل شق صغير فى العين يبلغ حوالى ثُمن بوصة (٣,٢ ملليمتر). ومن خلال عملية يُطلق عليها استحلاب العدسة البلورية Phacoemulsification يتم إذابة وإزالة المياه البيضاء برفق. ويُترك دون مساس النسيج الرائق المعروف "بالحقيبة الكبسولية Capsular bag" والذى يحيط بالمياه البيضاء حتى يتم وضع العدسة الاصطناعية بداخله.



Eye showing cataract removed with capsule remaining to support an intra-ocular implant

شكل (٢٩) يوضح عين أزيلت منها المياه البيضاء وبقيت الكبسولة لتزرع بها عدسة اصطناعية

ومن مزايا هذه العملية التى يُطلق عليها No-shot procedure أن فترة النقاهة والاستشفاء واستعادة البصر الرائق تكون قصيرة . ومن المثير أن الإبصار السليم يبدأ فى العودة غالباً خلال بضع دقائق من نهاية العملية.



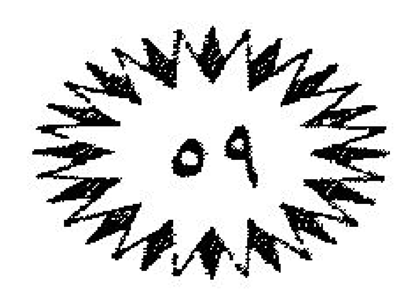
Intra-ocular lens implant in place behind iris and supported by clear capsule

شكل (٣٠) يوضح عدسة مزروعة خلف الحدقة وموضوعة داخل كبسولة صافية

ومازال مرض المياه البيضاء بالعين يعد السبب الأول فى الإصابة بفقدان النظر، لكن مع التقدم العلمى والطبى أمكن بنجاح إعادة النظر لمن فقدوه لهذا السبب، وهناك سباق فى تطوير وسائل علاج هذا المرض ليتم الشفاء بسرعة وتجرى العملية فى أمان تام وبأقل مضاعفات، وقد ظهر فى السنوات الأخيرة أسلوب تفتيت هذه المياه بالموجات الصوتية من خلال ثقب جراحى صغير جداً وشفطها وزرع عدسة لينة مرنة مكانها، إلا أنه يعيب هذا الأسلوب أنه لا يلائم جميع الحالات خاصة فى البلاد العربية التى تأتى فيها كثير من الحالات بعد الإصابة بفترة طويلة وتكون المياه البيضاء فى حالة صلبة، وأخيراً ظهر أسلوب جديد أكثر تطوراً لإذابة المياه البيضاء بالليزر، وهو أسلوب آمن ويمكن التدخل به فى كل الحالات ويتم من فتحة أصغر مما فى حالة الموجات فوق الصوتية ويستغرق وقتا أقل أثناء العملية بل وسهل التدرب عليه عن الموجات فوق الصوتية.

إن المياه البيضاء "الكتاراكت" تصيب عدسة العين الشفافة المسئولة عن تركيز الصورة على سطح الشبكية ، لذلك يشكو المريض من عدم وضوح الرؤية وتزيد الحالة سوءا تدريجيًّا مع الوقت، وهذا المرض يمكن أن يصيب العين فى أى وقت من العمر فيمكن أن تظهر بعد الولادة فى العين أو فى عين واحدة وسببها نقص "ڤيتامين د" خلال الحمل أو إصابة الأم ببعض الأمراض الڤيروسية ، كما تصيب المياه البيضاء كنتيجة لمضاعفات مرض البول السكرى خاصة فى حالة عدم ضبطه لعدة سنوات، وتحدث أيضا بعد إصابة العين النافذة مباشرة أو الكدمات بالعين وعادة ما تظهر المياه البيضاء بعدها بفترة، وفى الغالب تنتشر المياه البيضاء أكثر بين كبار السن بعد الستين ولم يستطع العلم أن يبرهن سبب انتشار هذا المرض بالعين فى العالم كله، إلا أن هناك شواهد على نقص بعض الإنزيمات اللازمة للتمثيل الغذائى لعدسة العين، لكن ليس هذا دليلاً قاطعاً. إن مثل هذا الخلل قد يؤدى لتكون المياه البيضاء، وفى السن الكبير تصيب المياه البيضاء نواة العدسة بسبب ضعف القشرة الخارجية لها وينخفض النظر تدريجيًّا وتصاب عين قبل الأخرى فى الغالب.

والمياه البيضاء من أوائل الأمراض التى عرفها الإنسان، وكانت هناك محاولات مستمرة لعلاجها وإعادة النظر للمريض مرة أخرى، وبدأ العلاج منذ القدم بوخز العين



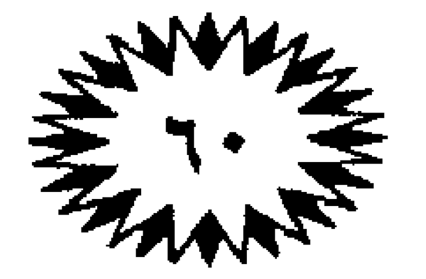
بسرعة وبزل العدسة المريضة بشفطهـا بالفم عن طريق أنبوبة رفيعة من العين، وتطورت الجراحـات بعد ذلك ليتم العـلاج باستخراج العـدسة بجهـاز التبريد وعـمل نظارة بعد العملية للمـريض ويكون زجاج العدسة فى الغالب سـميكا ومقعرا ولا تؤدى وظيفـتها بشكل أمثل خـصوصاً بعـد استخـراج العدسة من عيـن واحدة فكانت الشكوى ازدواج الرؤية ، وفى هذا الأسلوب كـان المريض ينتظر حـتى تنضج المياه البـيضـاء. وتطورت العملية لدخول زرع العدسات الاصطناعية فى العين، وإعادة النظر لمريض المياه البيضاء، ثم تطورت نفس العمليـة بإدخال الموجات فـوق الصوتية لتـفتيت نواة العدسـة وشفط قشرتهـا، وزرع العدسات الرخوة اللينة داخل العـين، لكن من فتحة أصغـر مما ساعد على سرعـة شفاء المريض وعـودة قوة الإبصار فى وقت قـصير، لكن يـتطلب التدخل بالموجات فـوق الصوتية لتفـتيت المياه البيـضاء خبرة وتمرينـا طويلا لكى تعطى النتائج المطلوبة دون الإضـرار بالعين لأن هذا الأسلوب صـعب، ويستـخدم عـادة فى الحالات المرضية المبكرة، والتى لا تكون الميـاه البيضاء بها فى حالة صلبة فـتحتاج لوقت طويل فى التفـتيت بالموجات فوق الصـوتية فتؤثر ذبـذباتها على خلايا وأنسجـة العين، وهذا الأسلوب لا يناسب أكـثر من نصف الحـالات فى البلاد العـربية ، لأنهـا تأتى متـأخرة بحجة الانتظار لحين نضوج المياه البيـضاء، فكان يصعب إجراؤها بالموجات حتى لا تمثل خطرا على العين.

ومنذ ٣ سنوات ظهر أسلوب أكثـر تطوراً لعلاج المياه البيضاء، وذلك بـاستخدام شعـاع الليزر "أربيوم ياج ليزر" وهو يعـمل على إذابة المياه البيـضاء من خلال فتـحة صغـيرة جداً لا تـتعدى ٢ مللى، مـقابل فتـحة تصل إلى ٤ مللى فى حـالة استـخدام الموجات فوق الصوتية ، وتستغرق الإذابة وشفط المياه البيضاء حوالى ربع ساعة فقط ، وتتميز أشعة الليزر بعدم وجود ذبذبات عالية التردد ومؤثرة على العين، واستخدام الليزر أسهل بكثيـر من الموجات فوق الصوتيـة فى التدريب والتعلم لأنه أكثـر أمانا، وبالتالى يمكن التدخل به فى جمـيع الحالات، ويستخدم مع الليزر نفس العـدسات الرخوة التى أصبحت أكـثر تطوراً وأقل تفاعلاً مع الجسم وأكـثر كفاءةً ، وشعـاع الليزر يذيب بعمق أقل من واحد مللى حيث يتم إذابة المياه وشفطها طبقة تلو الأخرى.

٤-٥ المياه الزرقاء (جلوكوما Glaucoma)

٤-٥-١ تـأثيرات ارتفاع ضغط العين

المياه الزرقاء مرض يُصيب العين البـشرية ويُمكنه أن يسلبها الرؤية فى صمت بالغ دون شعور المريض بعُـمق المشكلة، وغالباً ما يبلغ نقطة مُعينة يـصعب بعدها عودة



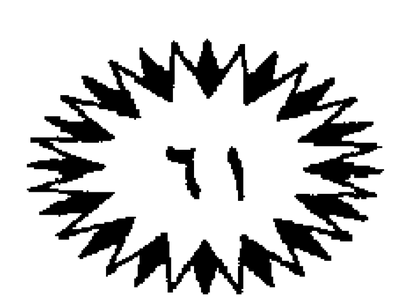
الإبصار لسابق عهده. والمشكلة تتعلق بارتفـاع ضغط العين إلى الحد الذى يدمر الألياف العصبية الرقـيقة الموجودة بالعصب البصرى . ومستـوى ارتفاع ضغط العين الذى يسبب تدمير الألياف العصبية يختلف من شخص لآخر . وكمية الدمار الحادث لا تتوقف على مدى ارتفاع ضغط العين فحسب ولكن أيضا على مدى حساسية العصب البصرى لعملية التدمـير. فالارتفاع المعـتدل فى الضغط الداخلى لعين شـخصٍ ما قد لا يسبب تـدميراً للألياف العـصبية بينمـا نفس هذا الارتفاع فى ضغط عـين شخص آخر، يكون عصـبُه البصرى أكثر حساسية، يمكن أن يؤدى لفقدان البصر.

٤-٥-٢ أسـباب تكـون المياه الزرقاء

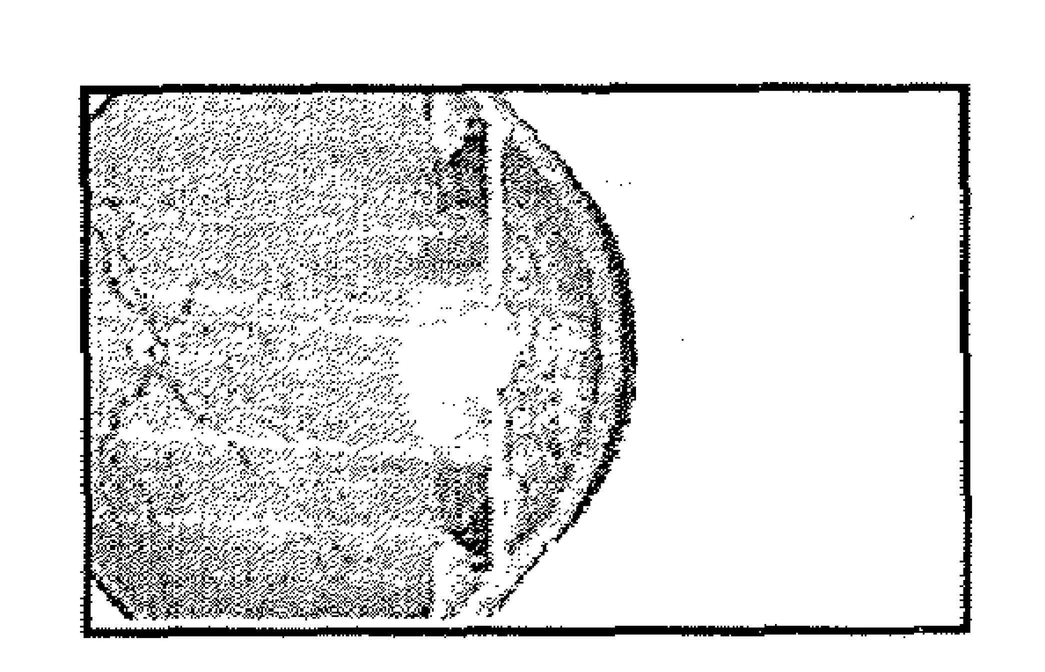
- جروح العين .
- عدوى خطيرة للعين.
- أسباب خلقية Congential.
- أسباب متعلقة بأمراض أخرى مثل السكر.
- تناول عقاقير أو أدوية مُعينة مثل الكورتيزون.
- أسباب خاصة بتجمع الدم فى الأوعية الدموية بالعين.
- أسباب خاصة ببنية العين.
- ضيق متدرج فى قنوات صرف السوائل بالعـين بدون سبب معروف (جلوكوما مُزمنة ذات زاوية مفـتوحة Chronic open Angle Glaucoma) وهذا أكثر الأسباب شيوعاً لحدوث مرض المياه الزرقاء.

٤-٥-٣ فسـيولوچيا المياه الزرقاء(الجلوكوما)

داخل أى عين يوجـد سائل مائى له ضـغط معتـاد ليحافظ على العـين فى حالة صحية. ولنتـصور حوضا أو وعاء يصب فيه الماء من خـلال صنبور وينصرف من خلال قنوات صرف مُعـينة. يُمكن أن يتراكم السائل فى الحوض (الوعـاء) إذا زاد معدل صب الماء من الصنبور أو إذا حـدث انسداد فى قنوات الصـرف. وفى العين البشـرية، علمتنا الأبحـاث العلميـة أن العامل السـائد المسبب لزيادة الضـغط داخل العين هو الانـسداد المتدرج لقنـوات الصرف من العين والمعـروف بـ "الشبكة الحـاجزة trabecular mesh work" إذا ظل الضغط عالياً بدرجة كـافية ولفترة طويلة نسبيًّا فإن الألياف العـصبية الرقيقة الموجودة بالعصب البصرى ستُدمر. وإذا دُمرت فإن الألياف البصرية لن تتولد من



جديد ولهذا السبب فإن مفتاح علاج المياه الزرقاء يكمن فى التشخيص المُبكر بحيث تُتخذ الإجراءات لتقليل ضغط العين قبل حدوث التدمير. ومن المهم جداً أن يُدرك المرء أن ضغط العين الفعلى لابد أن يُفحص دورياً لكل فرد بغض النظر عن عمره، ليس ذلك فحسب، بل يجب بالإضافة لذلك اختبار العصب البصرى. وإذا بدا أى شك فى حدوث المياه الزرقاء فيجب عمل اختبار مجال رؤية (هو اختبار للرؤية المحيطة يُجرى بمساعدة جهاز كمبيوتر).



Normal internal flow of fluid within eye. Blockage of outflowleads to increased pressure and damage as seen in glaucoma

شكل (٣١)

٤-٥-٤ الخيارات المطروحة لعلاج المياه الزرقاء

يعتمد علاج المياه الزرقاء عامةً على تحليل المشاكل سابقة الذكر والمسببة لحدوث المرض. وبغرض علاج العوامل المتعلقة بهذا المرض فإن السيطرة على مشكلة ضغط العين قبل حدوث عطب محسوس يُمكن تقسيمها كالتالى:

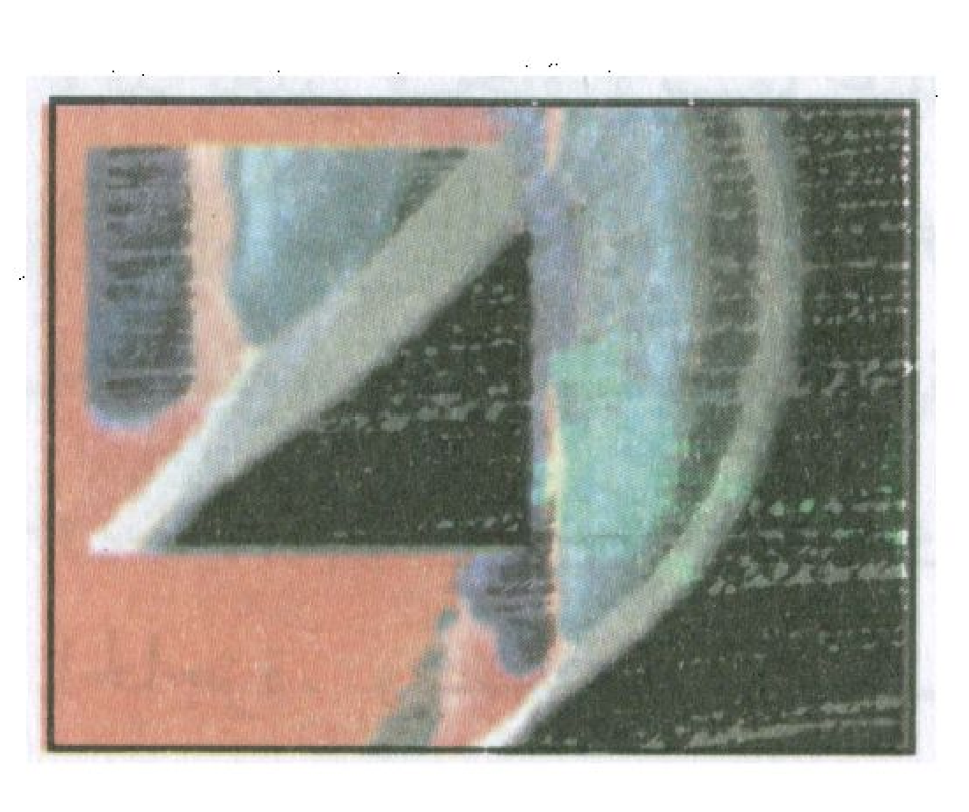
أ - علاج موضعى Topical (قطرة العين):

أقدم طريقة لتقليل الضغوط الداخلية للعين تتضمن استخدام قطرة العين. وهناك عدد كبير من الأنواع المستخدمة لعلاج مشكلة المياه الزرقاء. وهذه الأدوية تعمل على تقليل سريان (صب) سائل العين أو على زيادة اتساع الشبكة الحاجزة trabecular meshwork أى قنوات صرف سائل العين drainage channels. وفى العامين أو الثلاثة الأخيرة حدث تحسن ملحوظ فى كفاءة هذه الأدوية. ومع ذلك فإن لأغلب هذه الأدوية آثارا جانبية على بعض الأفراد (وليس جميعهم). إن اختيار الدواء المناسب أو تركيبة من الأدوية يحتاج لتقويم دقيق من طبيب العيون المعالج للمريض فى ضوء حالته الصحية بصفة عامة.

ب- أدوية منتظمة Systematic (أقراص):

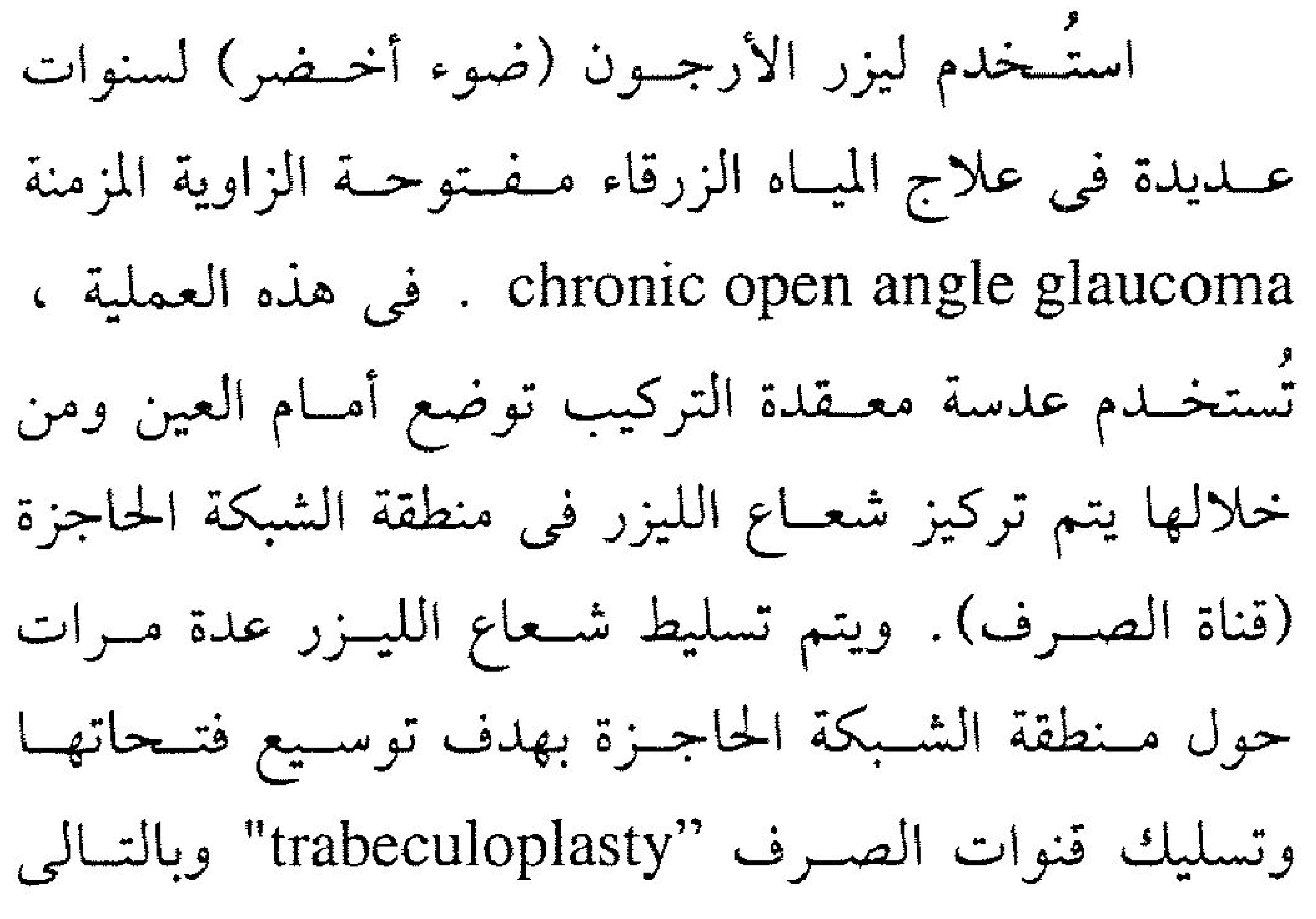
هناك عدد صغير من الأقراص التى تعمل على تقليل ضغط العين وذلك بتقليل سريان أو صب سائل العين. ومن أمثلة ذلك دياموكس Diamox ونبتازين Neptazine. وهذه الأدوية بصفة عامة ذات فائدة محدودة على المدى الطويل بسبب آثارها الجانبية، ولكنها ذات أهمية للعلاج قصير الأجل.

جـ- الليـــــزر:



Close up of canal of Schlemm- the area of outflow can be stretched open by laser treatment with the Argon laser.

شكل (٣٢)



جـ- ١- ليزر الأرجـــون

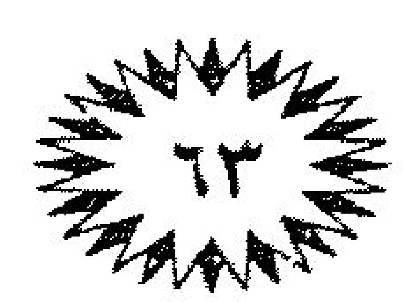
استُخدم ليزر الأرجـون (ضوء أخـضر) لسنوات عـديدة فى علاج الميـاه الزرقاء مـفـتوحـة الزاوية المزمنة chronic open angle glaucoma . فى هذه العملية ، تُستخـدم عدسة معـقدة التركيب توضع أمـام العين ومن خلالها يتم تركيز شعـاع الليزر فى منطقة الشبكة الحاجزة (قناة الصـرف). ويتم تسليط شـعاع الليـزر عدة مـرات حول مـنطقة الشـبكة الحاجـزة بهدف توسـيع فتـحاتهـا وتسليك قنوات الصـرف "trabeculoplasty" وبالتـالى تقليل الضغط داخل العين. وعامة لا يصاحب هذه العـملية أى شعور أو إحساس بعدم الراحة، ويصبح المريض قادراً على مزاولة نشاطه المعتاد فور انتهاء العملية.

وتُجـرى عـملية توسـيع قنوات الـصرف بواسطة لـيزر الأرجـون argon laser trabeculoplasty (ALT) لأغلب الناس عندما لا يتحقق لديهم استجابة مناسبة للعلاج بالأدوية، أو إذا سببت لهم هذه الأدوية آثارا جانبية عديدة. وفى بعض الحالات، يُتخذ قرار العـلاج بأشعة ليـزر الأرجون دون محـاولة تجربة العلاج بـالأدوية . وتختلف كل حالة عن الأخرى، وطريقة العلاج المناسبة لشخص ما يُمكن أن تتحد فقط بتقويم سليم من قبل طبيب العيون المُعالج.

وليزر الأرجـون علاج جيـد بصفـة عامة، وغـالباً (وليس دائماً) يـؤدى لتقليل اعتـماد المريض على القطرات. ولكن هنـاك شعور عـام بأن تأثير العلاج بـالليزر يزول خلال (٧-١٠) سنوات وقد يضطر المريض لإعادته. ومع ذلك، فإذا أمكن بواسطة هذا العلاج الحفاظ على ضغط العين منخفضاً (غير مرتفع) فى حالة مريض المياه الزرقاء فقد يؤدى ذلك لقطع شوط بعيد فى منع فقدان البصر .

جـ-٢- ليزر الإيريدوتومى Laser Iridotomy

فى حـالة مريض الميـاه الزرقاء ذى الزاوية الضـيقـة narrow angle glaucoma وبسبب وجود عيب فى بنيـة العين، فإن الممر المؤدى للشبكة الحاجزة يكون ضـيقاً جدا



وقد يُغلق فـجأة لاسيما عند البـالغين . ومنذ عشر سـنوات تقريباً كان العـلاج الوحيد المتاح لهـذا المرض هو إجراء عمليـة جراحية تتـضمن قطع وعمل فتحة اصطناعـية فى الحـدقة. ومع التـقدم فى تقنـية الليـزر أمكن تجنب إجـراء هذا النوع من العمليـات. ويستخدم الليزر بكفاءة وبدون ألم فى عمل فتحة بحدقة العين لفتح الممر المؤدى للشبكة الحاجزة. ويـتم عمل الفتحـة عادةً بواسطة ليزر الأرجون، ولكن أحـياناً يُستخـدم ليزر "ياج YAG" عندما يحتاج الأمر لاستخدام قدرة أعلى .

جـ-٣- ليزر الصمام الثنائى Diode laser

فى بعض الأشخاص لاسـيما الذين يعانون من مرض الميـاه الزرقاء طويل الأمد، يستخدم ليزر الصمام الثنائى ذو القدرة العالية. ويتم تعريض الجزء الأبيض من العين فى المنطقة المحيطـة بالجسم الهُدبى Ciliary body (وهو الجزء من بنية العـين المسئول عن إنتاج السـائل داخل العين أى الصنبـور) . ويقوم الليـزر بالتدميـر الجزئى لهـذه الخلايا المنتجة لسائل العين وبالتالى يُغلق الصنبور.

د- جراحة المياه الزرقاء Surgery for Glaucoma

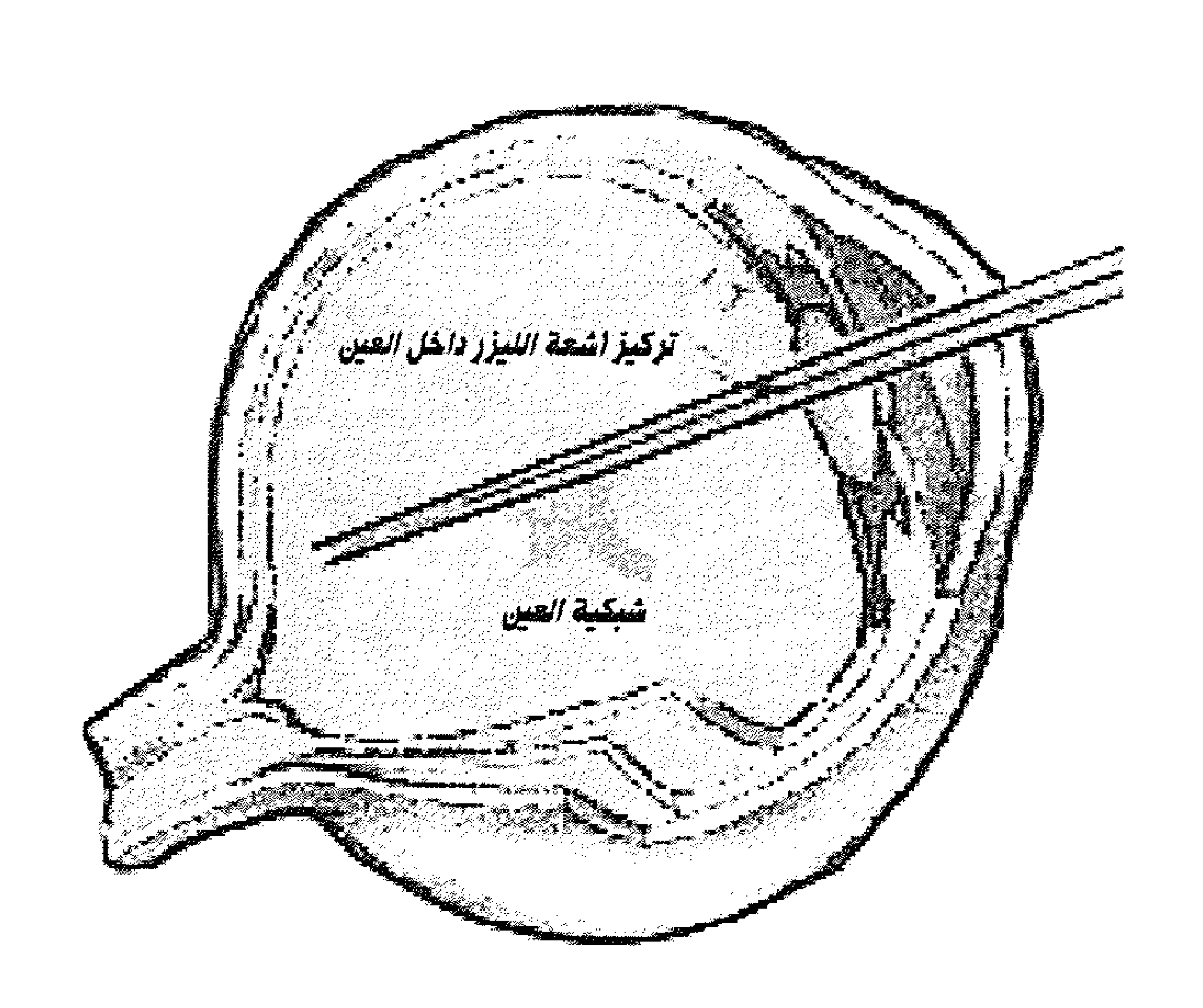
عندما لا يسـتجيب المريض للعلاج بالأدويـة أو بأشعة الليزر ويظل ضـغط العين مرتفـعاً فإن الخيـار الوحيد المتـبقى يصبح إجراء جـراحة تُعرف بـ "فـتح قنوات صرف Trabeculectomy" . وفى هذه العملية يتم جراحيًا عمل فتـحة اصطناعية لـتسمح لسائل العين بالسريان وتجاوز المكان المغلق طبيعيًا والمخصص للصرف. والتقنيات الحديثة زادت من نسبة نجاح هذه العملية ولكن كأى جراحة ما زال لها بعض المخاطر.

ومن حـسن الحظ ، أن تقنيات اسـتخـدام الأدوية وأشعـة الليزر فى عـلاج هذا المرض قد تحسنت كثيراً بحيث إنه أصبح من النادر الاضطرار إلى إجراء عملية جراحية. ومرة أخـرى نؤكد أن مفتـاح النجاح لأى من هذه التقنيـات يكمن فى منع تكون المياه الزرقاء بـشكل مرضى، وبالتـحديد فإن التـشخـيص المبكر هو الذى يؤدى لرفع كـفاءة طريقة العلاج سواء بالأدوية أو بأشعة الليزر.

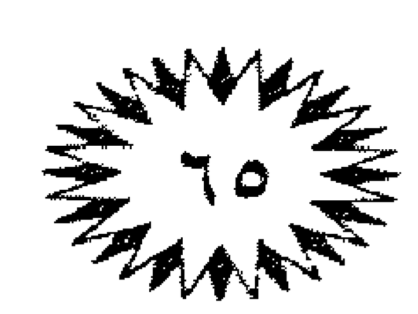
٦-٤ علاج انفصال الشبكية بالليزر

فى حالات انفصال الشبكية فى العين أى تمزقها، والذى قد يُسبب فقدان البصر، أمكن استخدام أشعة الليزر الدقيقة - بعد تقلـيل طاقتها إلى حد كبير- فى لحام الشبكية فى نقاط صـغيـرة بمؤخرة العين، ومن ثم أمـكن إعادة البصـر للأشخـاص الذين كانوا

يعـانون من انفـصال الشـبكيـة Detachment of retina أو من الانفـصـال الشـبكى السكرى Diabetic retinopathy الذى قـد ينتج عن إصابة مـزمنة بمرض السكر. وفى مثل هذه العمليات التى تجرى فى العين ، توجه أشعة الليزر إلى داخل عين المريض عبر عدسـة العين ، دون أن تحدث أى ضرر؛ لأنهـا شفافـة ، وتفيد حرارة الليـزر فى لحام الشبكية من جديد فى موضعها الأصلى.



شكل ٣٣ علاج انفصال الشبكية بالليزر



الفصل الخامس

استخدام الليزر فى علاج الأمراض الجلدية

من المفيد التعرف أولاً على تركيب الجلد قبل التطرق إلى وسائل العلاج المختلفة باستخدام أشعة الليزر.

٥-١ الجلد

يعتبر الجلد الحد الفاصل بين أعضاء الجسم الداخلية والوسط الخارجى المحيط به وهو الغطاء الطبيعى للجسم، يحميه من أذى العوامل الخارجية ويحفظه من تغيرات درجات حرارة الجو وهو أكبر عضو فى جسم الإنسان إذ تبلغ مساحته فى الشخص البالغ من ١,٥-٢ متر مربع ويزن ١٥٪ من وزن الجسم.

وإذا فحصنا سطح الجلد بعدسة مكبرة نرى على سطحه انخفاضات مستديرة تسمى «المسام» وتمثل فوهات جريبات الشعر والغدد الدهنية والغدد العرقية، كما تُرى خطوط متقاطعة تقسم سطح الجلد إلى مثلثات ومربعات ومعينات وتتخذ تلك الخطوط أشكالا دائرية وشبه دائرية براحة اليدين وهى فى الأصابع تختلف من شخص لآخر وتسمى بصمات الأصابع ولما كانت أشكال تلك البصمات غير متطابقة بين الأشخاص فقد استخدمت كعلامة مميزة وخاصة فى مجال الكشف عن الجريمة وتعقب مرتكبيها.

٥-٢ طبقات الجلد

يتألف الجلد من الخارج إلى الداخل من ثلاث طبقات متميزة وهى: البشرة، والأدمة، وتحت الأدمة طبقة البشرة، وهى الطبقة الخارجية للجلد. ويبلغ سمكها ٠,٢مم فى المتوسط وتتألف البشرة من عدة طبقات من الخلايا مرصوصة بعضها فوق البعض الآخر أعلاها الطبقة القرنية وأسفلها طبقة الخلايا القاعدية وفيما بينهما توجد ثلاث طبقات أخرى تسمى الطبقة الشائكة والطبقة الحبيبية والطبقة الرائقة.

وتقع الطبقة القرنية فى مواجهة المحيط الخارجى للجسم مباشرة وتتكون من خلايا مفلطحة غير حية مرصوصة بعضها فوق البعض الآخر مثل ألواح القرميد وتتساقط الخلايا القرنية باستمرار حيث تعوضها خلايا الطبقات التى تليها ورغم أن الطبقة القرنية

تتكون من خلايا ميتة إلا أنها تعتبـر أهم طبقات الجلد. وتتكون الطبقة القرنية من خلايا ميتة إلا أنهـا تعتبر أهم طبقـات البشرة حيث وجد أنها تمثل العـازل الرئيسى بين الجسم الحى والمحيط الخارجي فـتمنع تسرب السوائل من الجسم إلى الخارج، وامـتصاص المواد الضارة من المحيط الخارجي إلى الجسم، وتعتبر خـلايا الطبقة القاعدية بمثابة الخلايا الأم التى تنقسم وتتكاثر وتتحور لتكون باقى الطبقات بما فى ذلك خلايا الطبقة القرنية المتغيرة دوما وأبداً من بداية حياة الإنسـان حتى وفاته وبذلك تعتبر خلايا طبقـة البشرة فى حالة ديناميكية، تنقسم وتتحور وتكون الخلايا القـرنية العازلة التى تتساقط إلى الخارج ليتكون غيرها وهكذا.

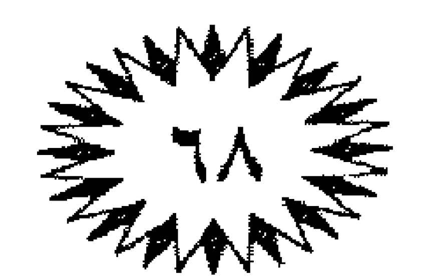
وتوجد بين خلايا البشرة خلايا أخرى تختلف فى الشكل والمنشأ والوظيفة تسمى الخلايا الصبـغية أو الخلايا الميلانـية تقوم بإفراز الميلانين الذى يعطى الجـلد اللون المميز له. ومن الاكـتشافـات الطريفة أن عـدد الخلايا الميـلانية فى الجلد الأسـود لا يزيد على عددها فى الجلد الأبيض إلا أنها أكثر نشـاطاً فى الحالة الأولى. وتقع طبقة الأدمة تحت البشرة مـباشرة ويبلغ سمكهـا حوالى ٢ مم، أى عشرة أضـعاف سمك طبقـة البشرة، وتتألف من نسـيج ضام يحمل الأوعـية الدموية واللمفـية التى تُغطى الجلد كمـا يحمل أعصاب الجلد، وتشكل طبقة الأدمة السمك الرئيسى للجلد.

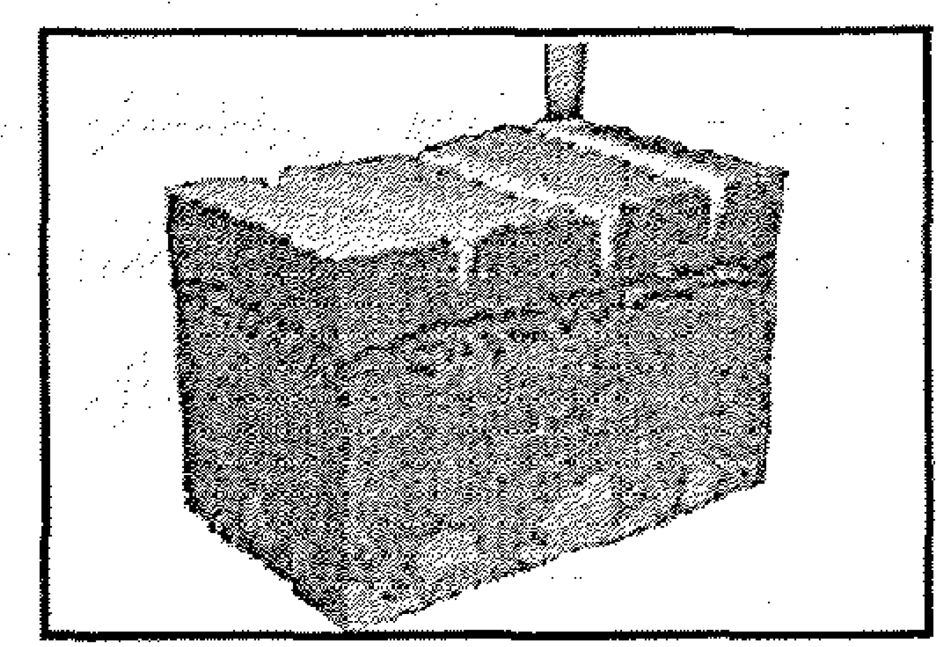
أما طبقـة تحت الأدمة فتتألف من نسـيج ضام دهنى وتمثل امتداداً لطبـقة الأدمة، وتحتوى تلك الطبقة على خلايا دهنيـه تخزن الدهون الزائدة على حاجة الجسم. كما أن توزيع الدهن بها يعطى جـسم الإنسان الشكل المميز للجنس حيث يـختلف التوزيع بين الذكر والأنثى.

وللجلد توابع، أو لواحق، نشأت أثناء مرحلة التكوين الجنينى من تحور جزء من خلايا البشرة ليكون تلك التوابع مثل جريبة الشعر التى تصنع الشعر والغدد الدهنية التى تفرز الدهون التـى تغطى سطح البشرة لتـحميـها من الجـفاف وكذلك الأظافـر والغدد العرقية.

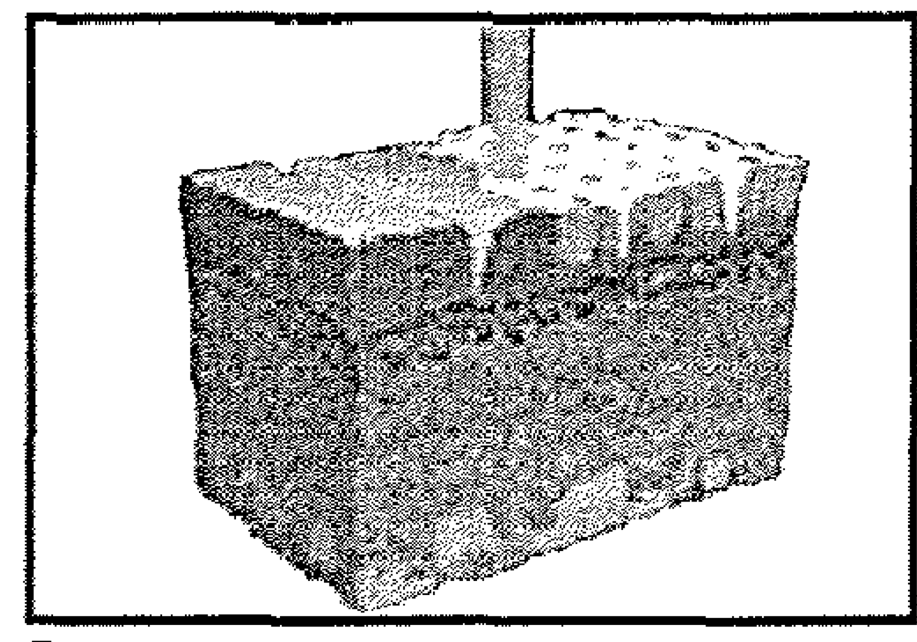
٥-٣ جريبات الشعر

جاءت تسمية مـجموعة الخلايا المتخصصة فى صنع الشـعر بالجريبات من شكلها الذى يشبه الجـراب والذى يحتوى على ذلك الجزء من الشعـر الغاطس فى الجلد. وتقوم الخلايا الموجودة فى الجزء الأسفل من الجريبة بصنع وإفراز الشعر. تتوزع جريبات الشعر على كل سطح الجلد عـدا أمـاكن مـحددة مـثل: راحـتى اليـدين وأخمص الـقدمين

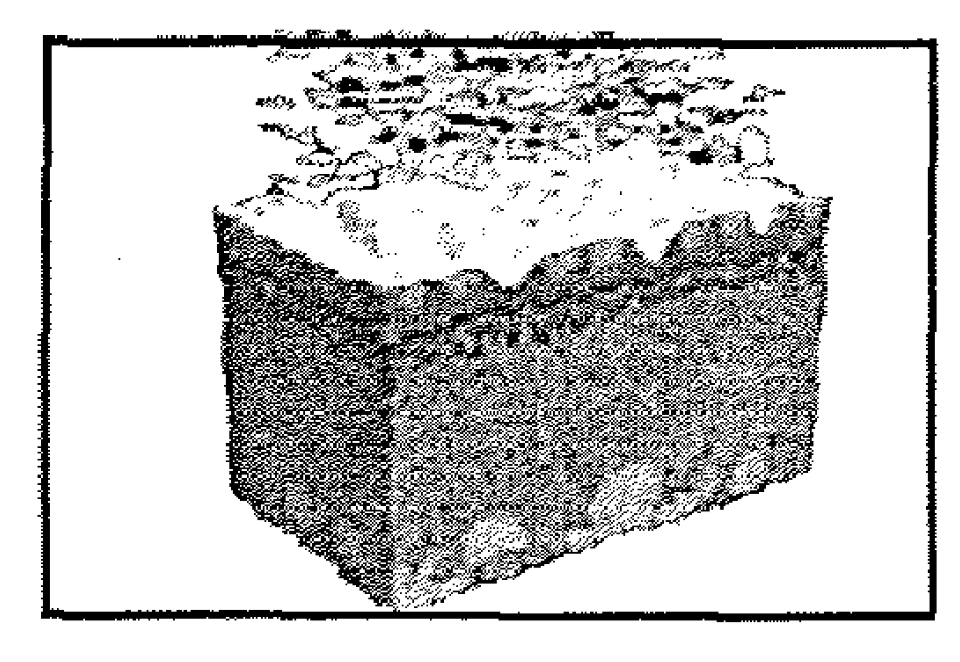



Wrinkled Skin With Laser Beam Reaching Skin Surface

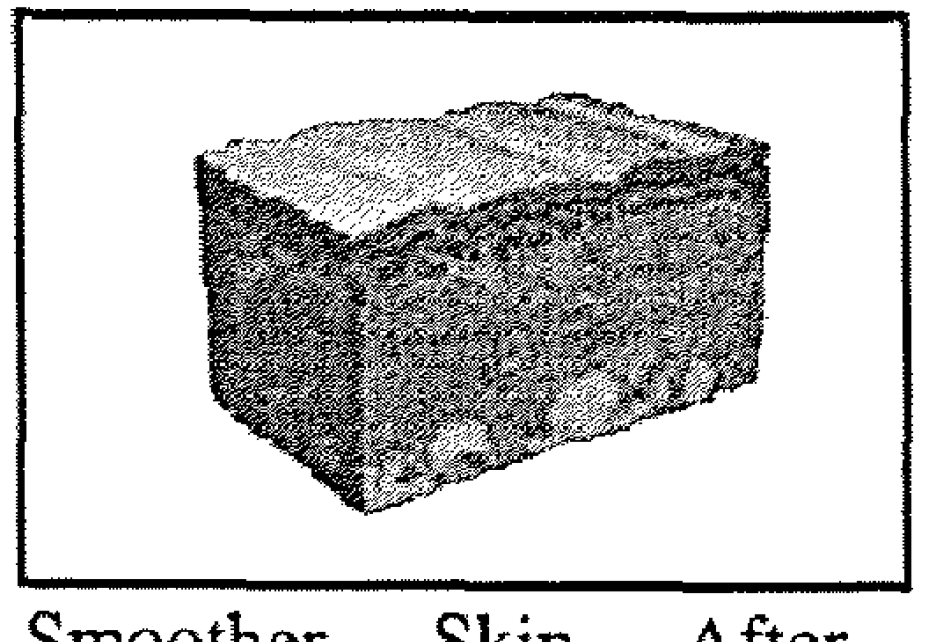
شكل (٣٤) بشرة مجعدة، يتعرض سطحها لشعاع ليزر


Laser Beam Removing Damaged Superficial Layers

شكل (٣٥) شعاع الليزر يزيل الطبقات السطحية التالفة.


Old Skin Cells Being Removed

شكل (٣٦) تم إزالة الخلايا القديمة


Smoother Skin After Treatment With Laser.

شكل(٣٧) بشرة أكثر نعومة بعد العلاج

والشفتين. وهناك نوعان من الشعر: الوبرى وهو رفيع فاتح اللون لا يرى بسهوله بالعين المجردة ، والنهـائى وهو سمـيك ملون يرى بسهـوله بالعين المجـردة مثل شـعر الرأس والذقن والحاجبين.

ويقدر معدل نمو الشعرة الطبيعى بـ ٠,٣٥مم تـقريباً ويبلغ عمر الشعرة الواحدة فى الرأس حوالى ثلاث سنوات بعـدها يلفظها الجسم وتسقط وتبدأ الجـريبة فى تخليق شعرة جديدة مكانها، وقد اكـتشف أن الجريبة الواحدة تمر دوريًّا بمراحل ثلاث: مرحلة إفراز نشـيط تقوم خـلالها بإفراز الشـعر ويسـتغرق ذلك ثلاث سنوات ومـرحلة توقف تستغرق ثـلاثة أسابيع وخلال المرحلة الثالثة تنفصل الشـعرة عن جريبتها وتسـقط وتعيد الجريبة دورتها خلال عمر الإنسان كل حوالى ثلاث سنوات ولكل جريبة دورتها الخاصة بها وبحـسبة بسيطة، يتـضح أن الانسان الطبيعى يفـقد حوالى مائـة شعرة يوميًّا خلال دورات الاستبدال.

منذ عصر الفراعنة وقـدماء المصريين فإن مشكلة التقدم فى العمـر (الشيخوخة)، وما يصيب البشرة من دمار نتيجة التعـرض لضوء الشمس الشديد، كانت محوراً لتجربة العـديد من أنواع العلاج. وقـد تضمنت هذه الطرق الغناء حـول النار، سحـج الأدمة (الجلد)، وضع قشور الفواكـه الحمضية، التقشير بواسطة الأحـماض الكيماوية.. إلخ. كل هذه الطرق التى بُذلت لاستعادة شباب البشرة وتجديد خلاياها كانت لها عيوب مثل قلة الدقة وأحياناً عدم الحصول على النتائج المرجوة.

ولقد سمحت التقنيـات الحديثة فى مجال استخدام أشعـة الليزر لعلاج البشرة. بإمكانية إزالة الطبقات الرقيقة من الجلد وتثبيت الخطوط الدقيقة به. وتقوم أشعة الليزر بتبخير طبقات رقيقة جداً من الأنسجة مع تقليل التأثيرات الحرارية. وبالتالى فإن الطبقة الخارجـية الظهارية للجلد يتم إزالتـها (سنفرة البشـرة). وحينئذ فـإن الطبقة الأساسـية (الأدمة) يُمكن تثبيتـها لتعطى مظهراً أكثر شباباً . ويتم تـقليل التجاعيد wrinkles أو إزالتها .

بالنسبة لمرض ترقـيع الجفون blepharoplasty يعمل الليـزر كأداة دقيـقة لإزالة البشرة التالفة مع تقليل مساحة النزيـف. كما يزيل الليزر الأكياس الدهنية الموجودة تحت العين ولا يترك ذلك ندبات مرئية للناس.

ويستخدم فى هذا النـوع من التطبيقات ليزر ثانى أكسيـد الكربون وليزر الإربيوم Erbium Laser لاسيما فى عمليات رفع الوجه وسنفـرة البشرة وإزالة التجاعيد وترقيع الأجفان وإزالة خطوط الشفاه lip lines .

أحدث الليزر انقلابا فى عـلاج أمراض الجلد، والجراحات التجميليـة. ويستخدم لأغراض علاج الجلد ليزر الأرجون وليزر أكـسيد الكربون، ويعطى ليزر الأرجون ضوءا قويا -ضـوء أزرق مختلط بخـضرة- بين ٤٨٨ و ٥١٤ نانومتـر. والذى يمتص بواسطة خضـاب الدم (الهيـموجلوبين) وبواسطة الجـزيئات الملونة فى طبـقات الجلد السطحـية (الأدمة).

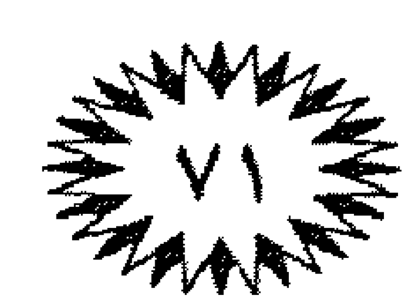
أما ليزر ثانى أكسيد الكربون فيـعطى ضوءا قويا فى المنطقة غير المرئية من الطيف فى منطقة الأشـعة تحت الحمراء. والذى يمـتص بواسطة الماء وحيث إن الأنسجـة الحية تحتـوى على ٧٥-٩٥٪ من الماء، فيـمكن باستخـدام الليزر تبخـير الأنسجـة عند نقطة معينة.

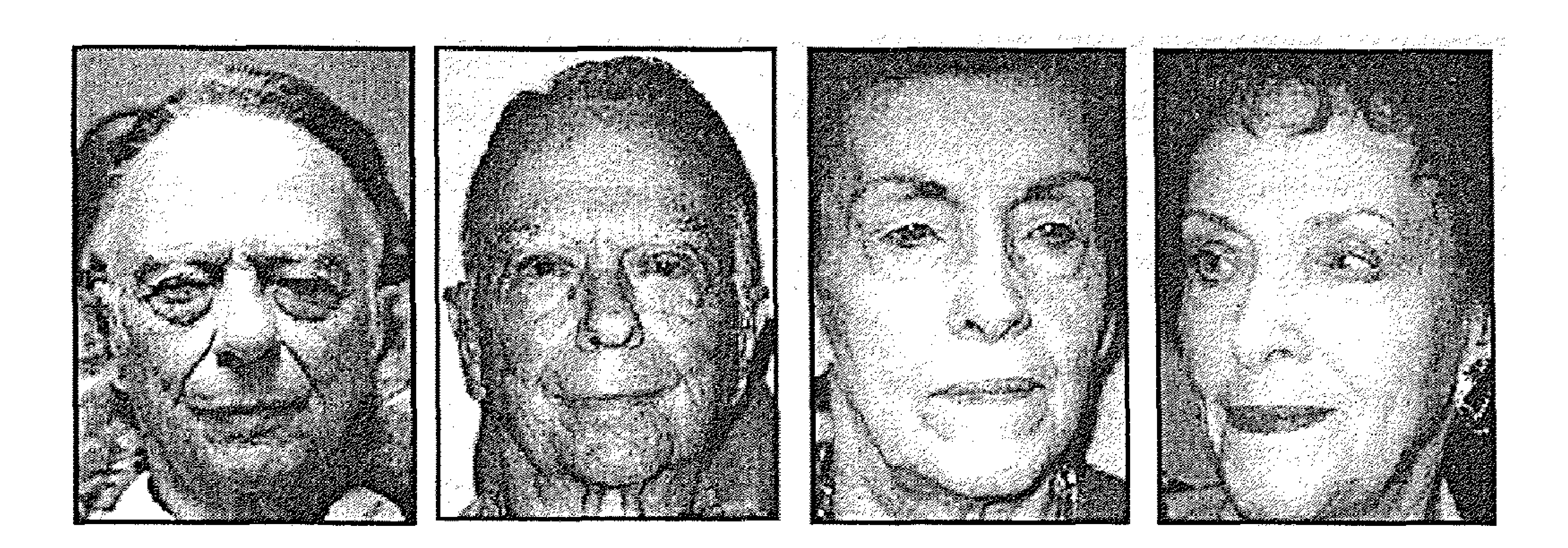
ويستخدم أطباء الجلد ليزر الأرجون فى علاج مشكلات الجلد الملونة pigmented lesion مثل البقع النبيذية الحمراء port wine stains والأورام الوعائية الدموية الشعرية الكهـفيـة cavernous hemangiomas ولطخـة التوسع الدمـوى الشعـرى، والأورام الدموية الوعائيـة المصاحبة للشيخـوخة، وحب الشباب الوردى. ويستخـدم الليزر أيضا لإزالة الوشم tattoo ويمتـد استخدامـه إلى علاج الندوب المتضخـمة Keloid وعلاج دوالى الأوردة السطحية.

وتتضـمن أورام الأوعية الدمـوية من نوع النبيذ الأحـمر زيادة فى عدد الأوعـية الدموية الدقيقة فى منطقة ما تحت البـشرة، وحين يسلط شعاع ليزر الأرجون من خلال البشرة، تتخثـر الأوعية الدموية فى الجزء العلوى من الأدمة وبكثافة لا تتـجاوز المليمتر الواحد؛ ولذلك يتكرر العلاج على عدة جلسـات حـتى يعاد تكون الأنسـجة الطلائية، وما زال الليزر حتى الآن هو أفضل وسيلة لإزالة الوشم، ويتميز العلاج بالليزر فى هذه الحالات بتعقيم المنطقة المعالجة ومنع حدوث التلوث والالتهاب البكتيرى.

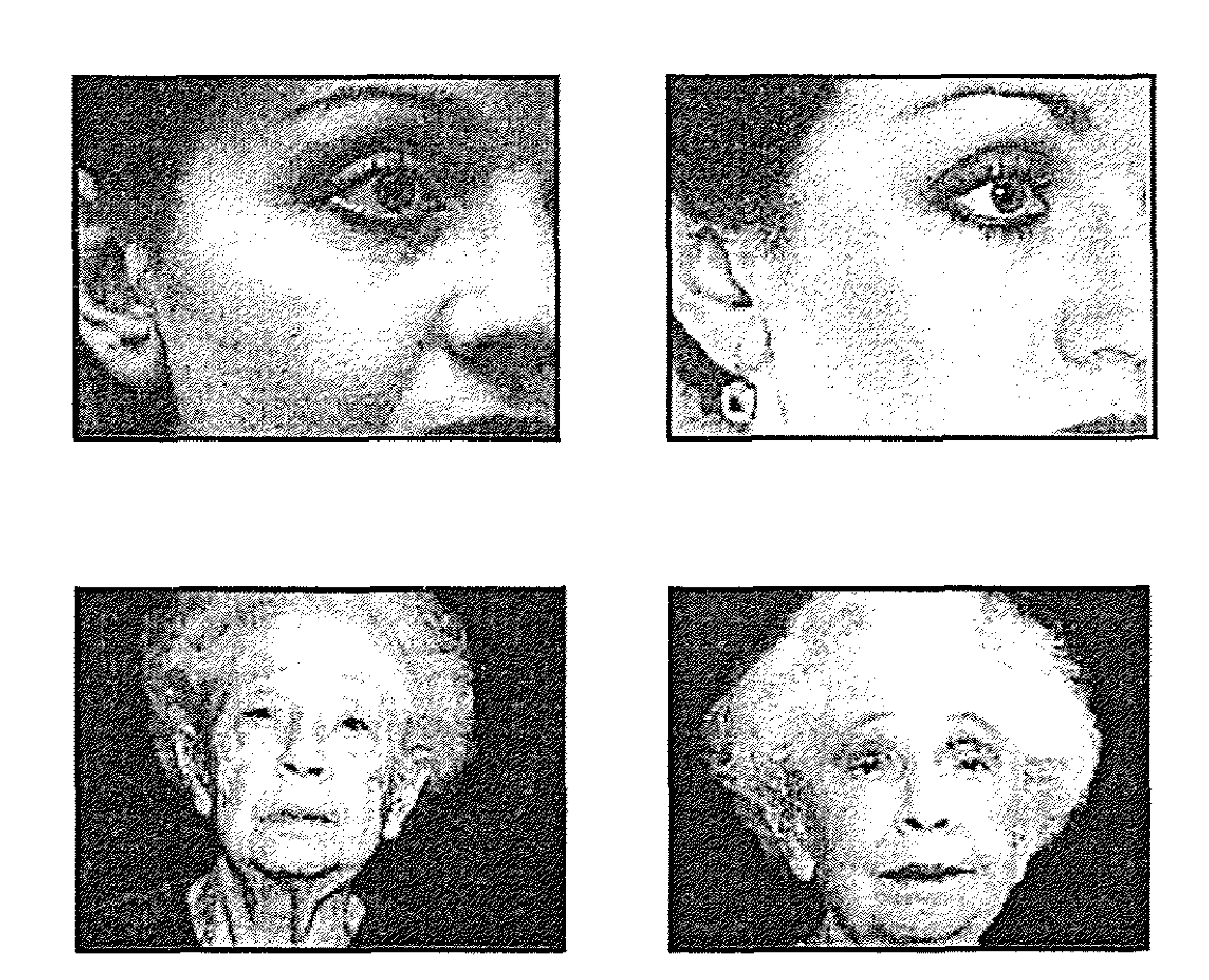
وحديثـا يجد الليـزر طريقه الواضح فى عـلاج سرطانات الجلـد المختلفة بنـتائج مشجعة، حيث يحافظ على شكل الجلد.

ويدخل الليزر الآن مجال علاج التجاعيد التى تصـيب البشـرة فى الكـبر، ولكـن ما زالت هذه الطريقة مكلفة نظرا لارتفاع أسعار الأجهزة.





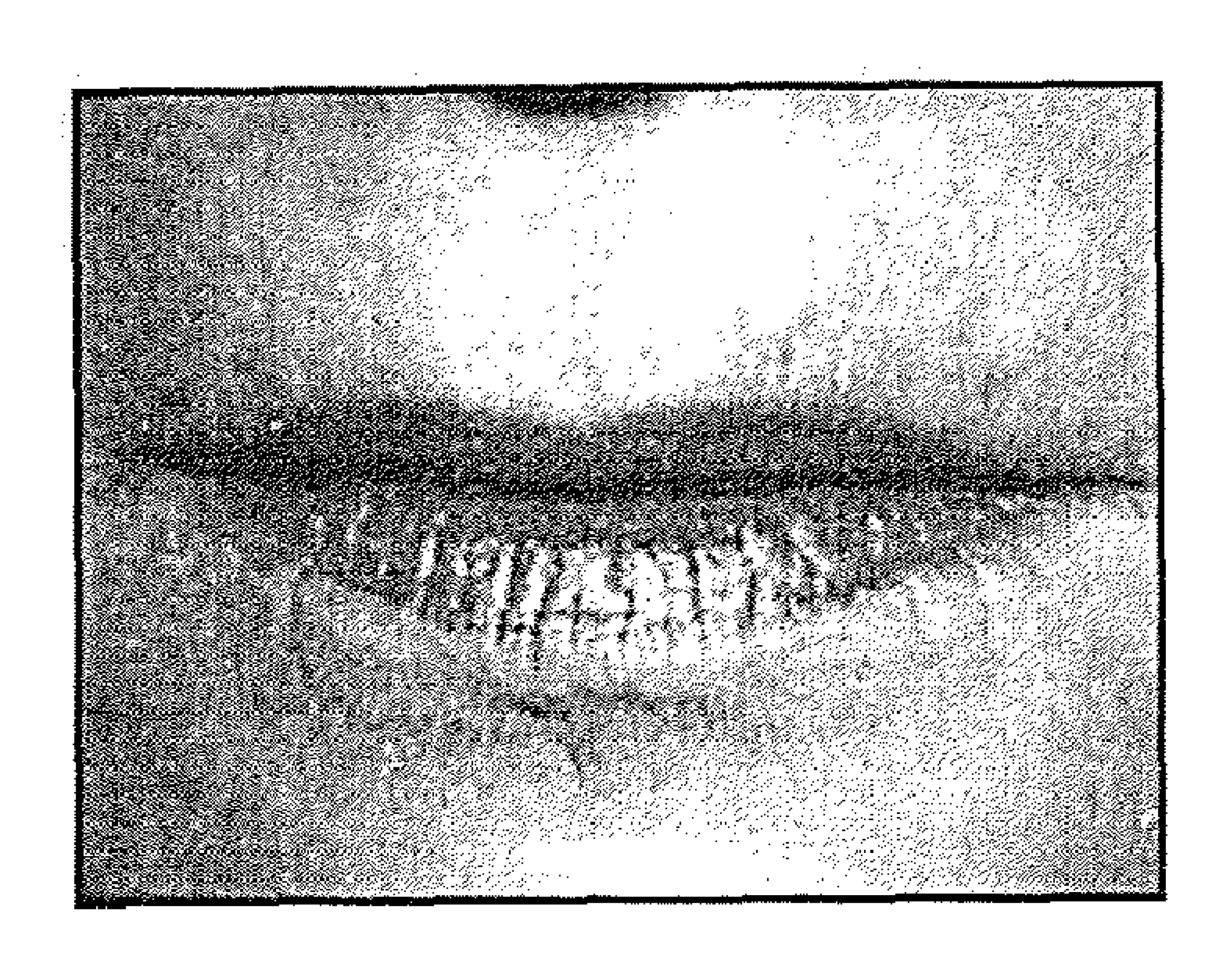
شكل(٣٨) الصورة الأولى والثانية من اليسار لسيدة كانت تعانى من تورم الجفون ، الأولى قبل العلاج بالليزر والثانية بعده. كذلك الصورة الثالثة والرابعة لسيدة أخرى.

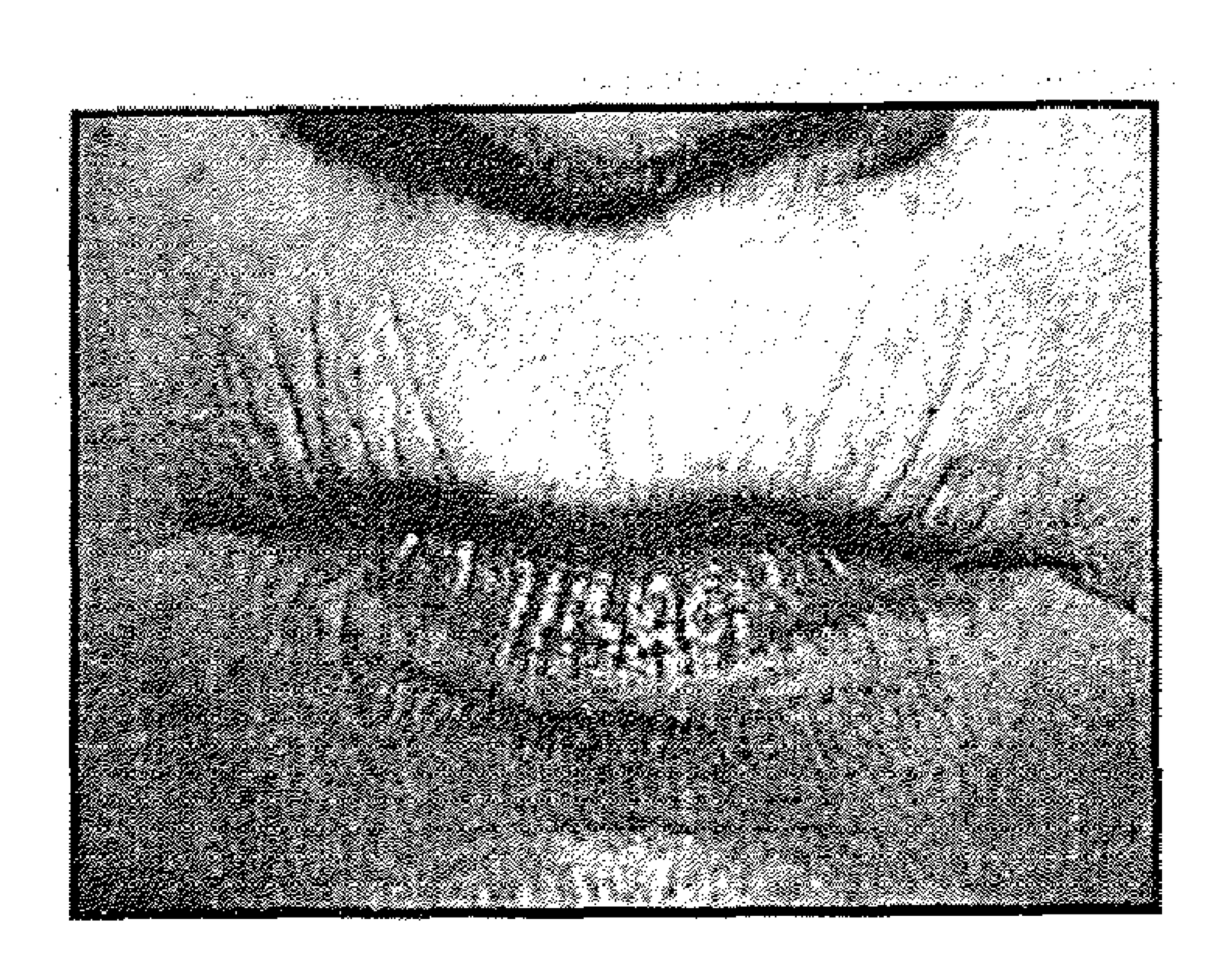


شكل(٣٩) الصورة الأولى والثانية أعلى لسيدة كانت تعانى من هالات حول جفون العين، الأولى من اليسار قبل العلاج بالليزر والثانية بعده. كذلك الصورة الثالثة والرابعة أسفل لسيدة أخرى مسنة كان لديها آثار شيخوخة كثيرة لا سيما فى منطقة العيون.



وفى الأشكال التالية نستعرض بعض الصور الخاصة بإصلاح خطوط الشفاه وعلامات الوجه الموجودة منذ الولادة أو بفعل الشيخوخة. كذلك نورد بعض الحالات الخاصة بالوحمات الجلدية وتغير لون البشرة فى بعض أجزاء الوجه.





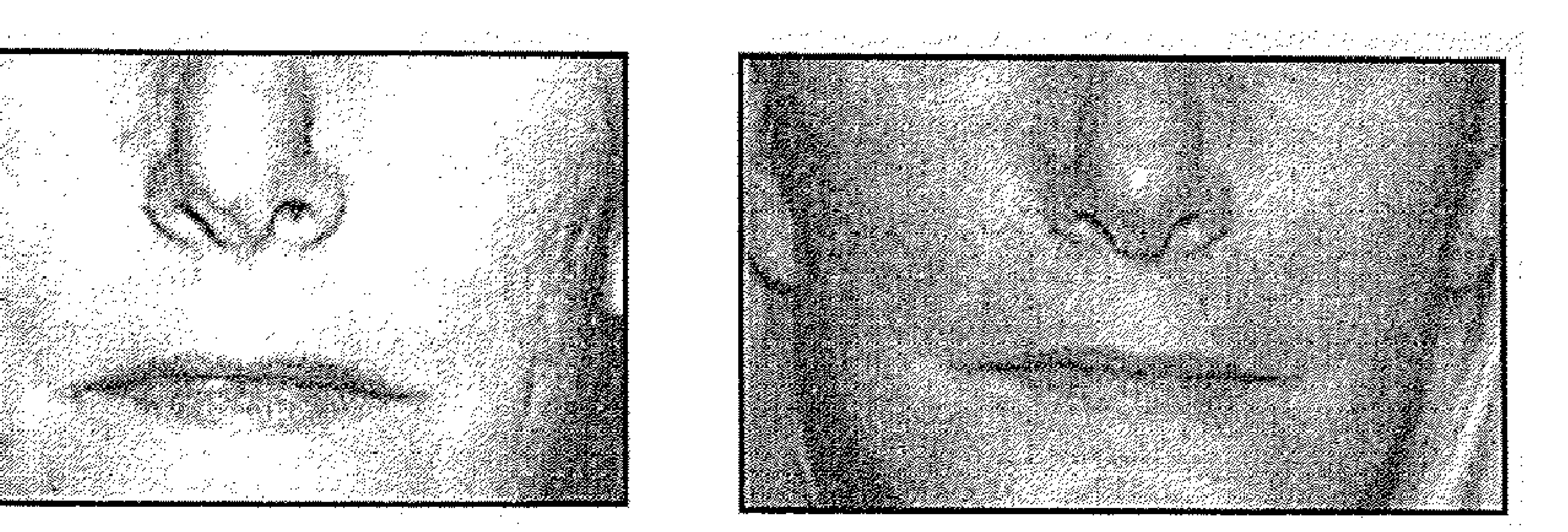
شكل (٤٠) يوضح نتائج العلاج بالليزر لمحو خطوط الشفاه الناتجة عن التقدم فى العمر. الصورة الأولى من اليسار قبل العلاج والثانية بعده. لاحظ الفرق الواضح.





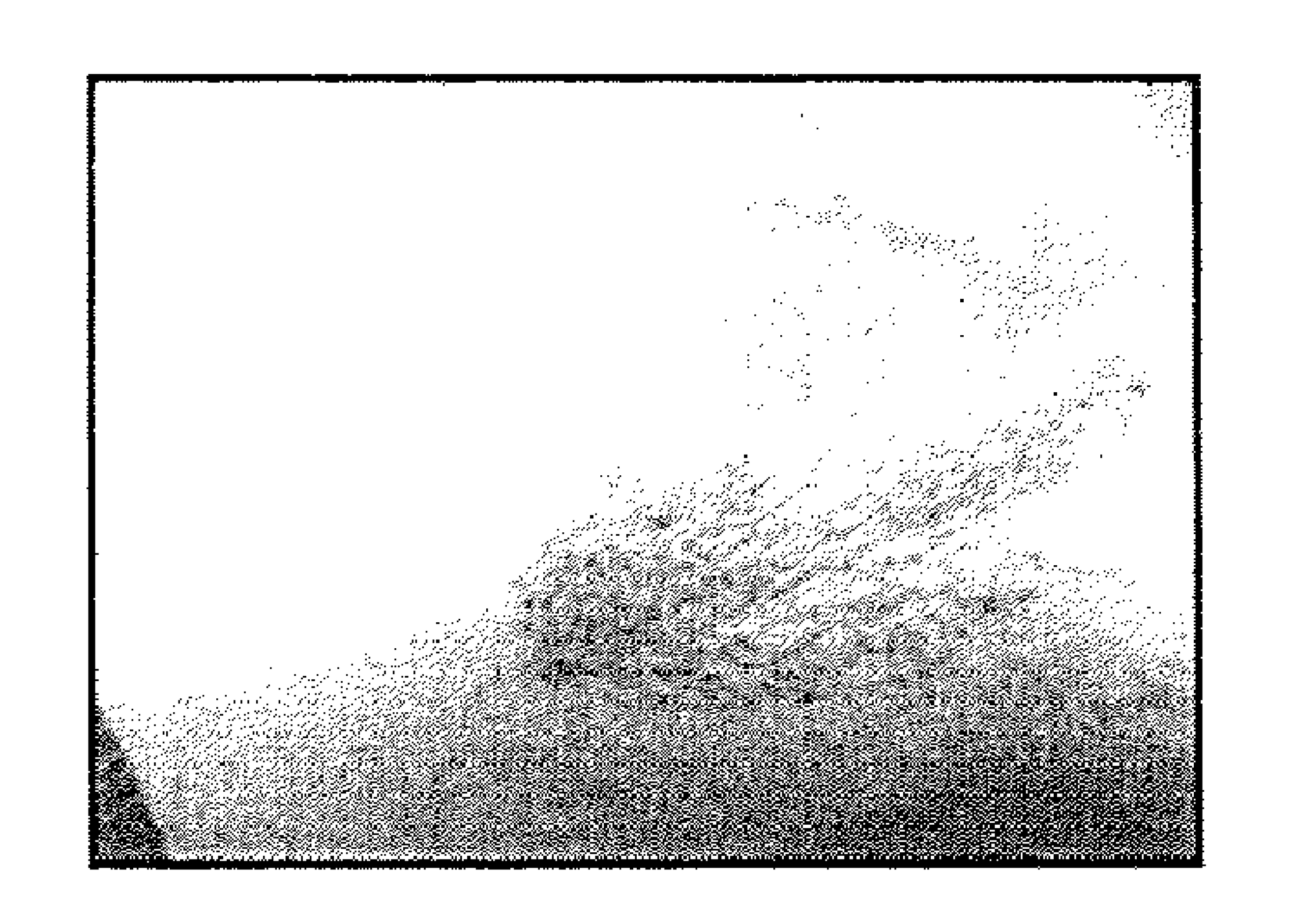
شكل (٤١) صورة لطبيبة كانت تعانى من التهاب الجفون ووجود حبوب واحمرار بها . الصورة اليسرى قبل العلاج واليمنى بعده.

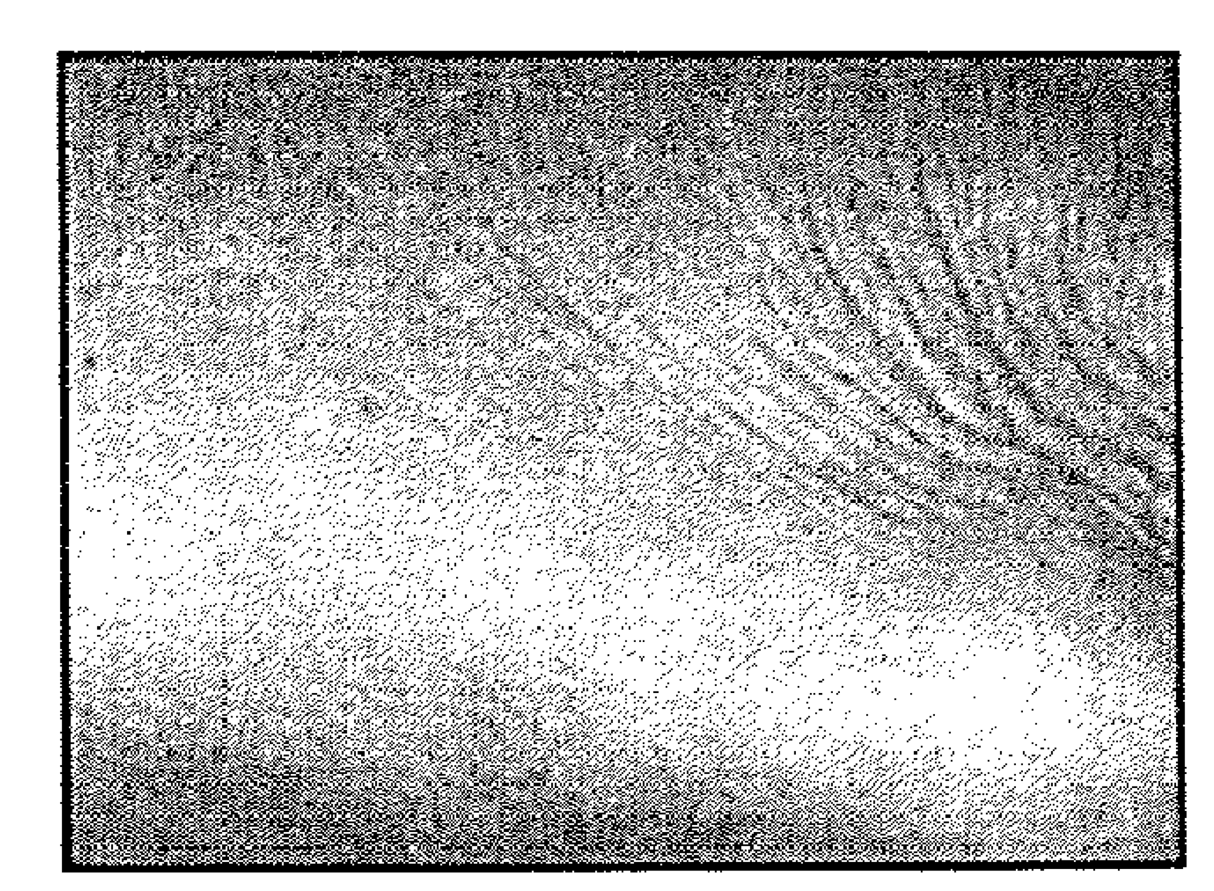
حب الشباب :



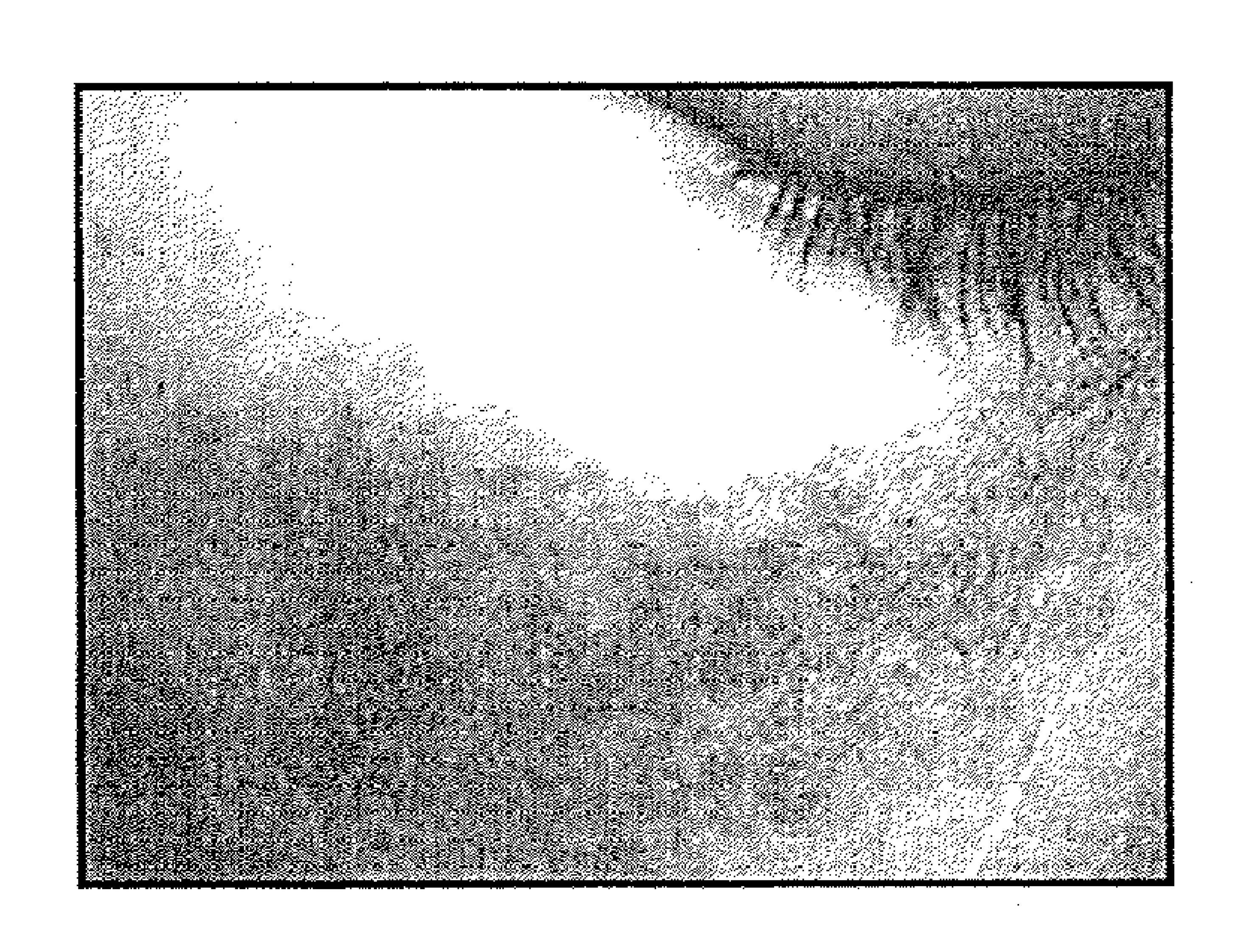
الشكل (٤٢) يبين انتشار حب الشباب فى وجه سيدة (الصورة اليسرى) واليمنى توضح كيف أصبح الحال بعد العلاج.

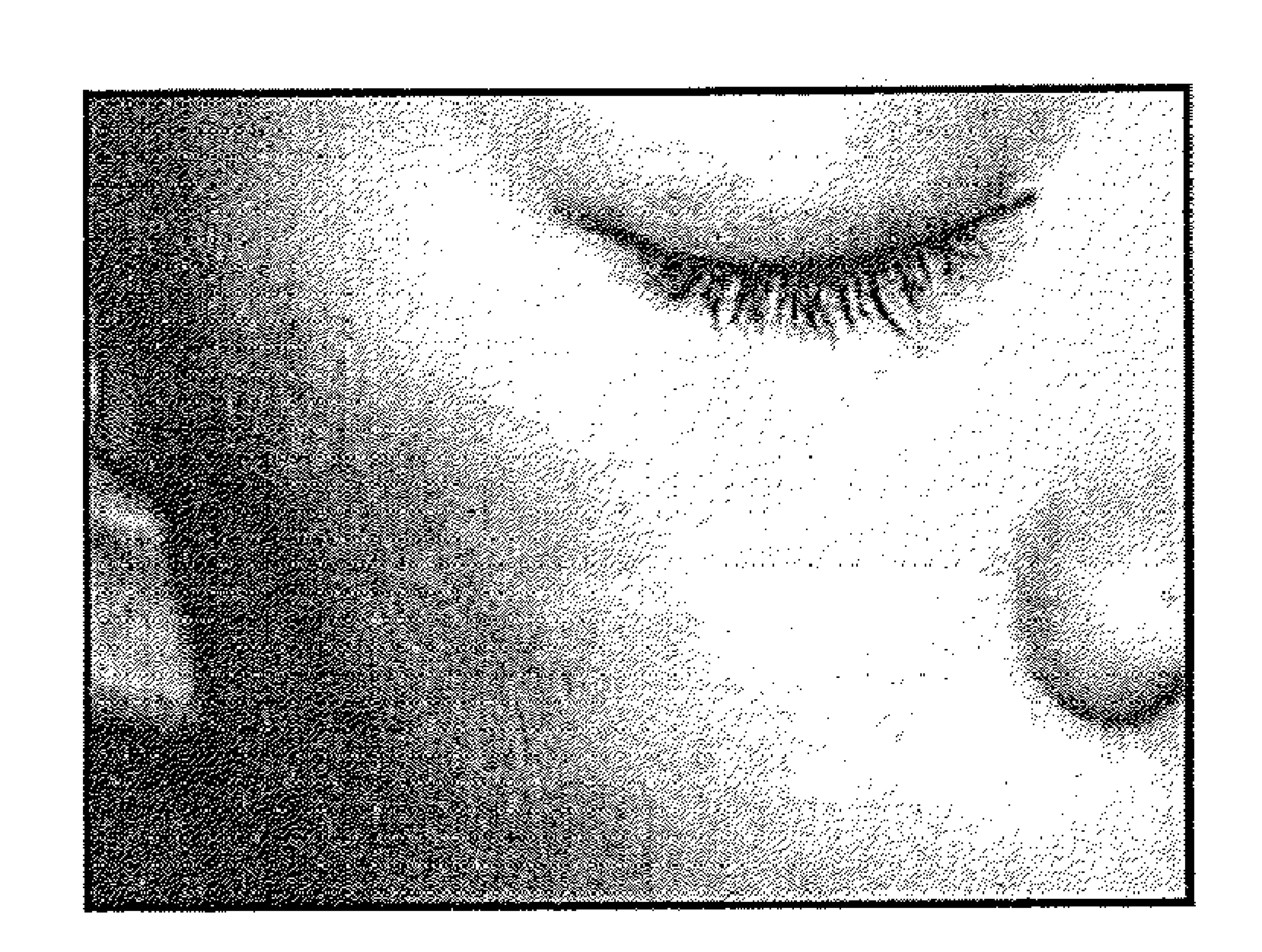
الوحمات وعلامات الوجه :



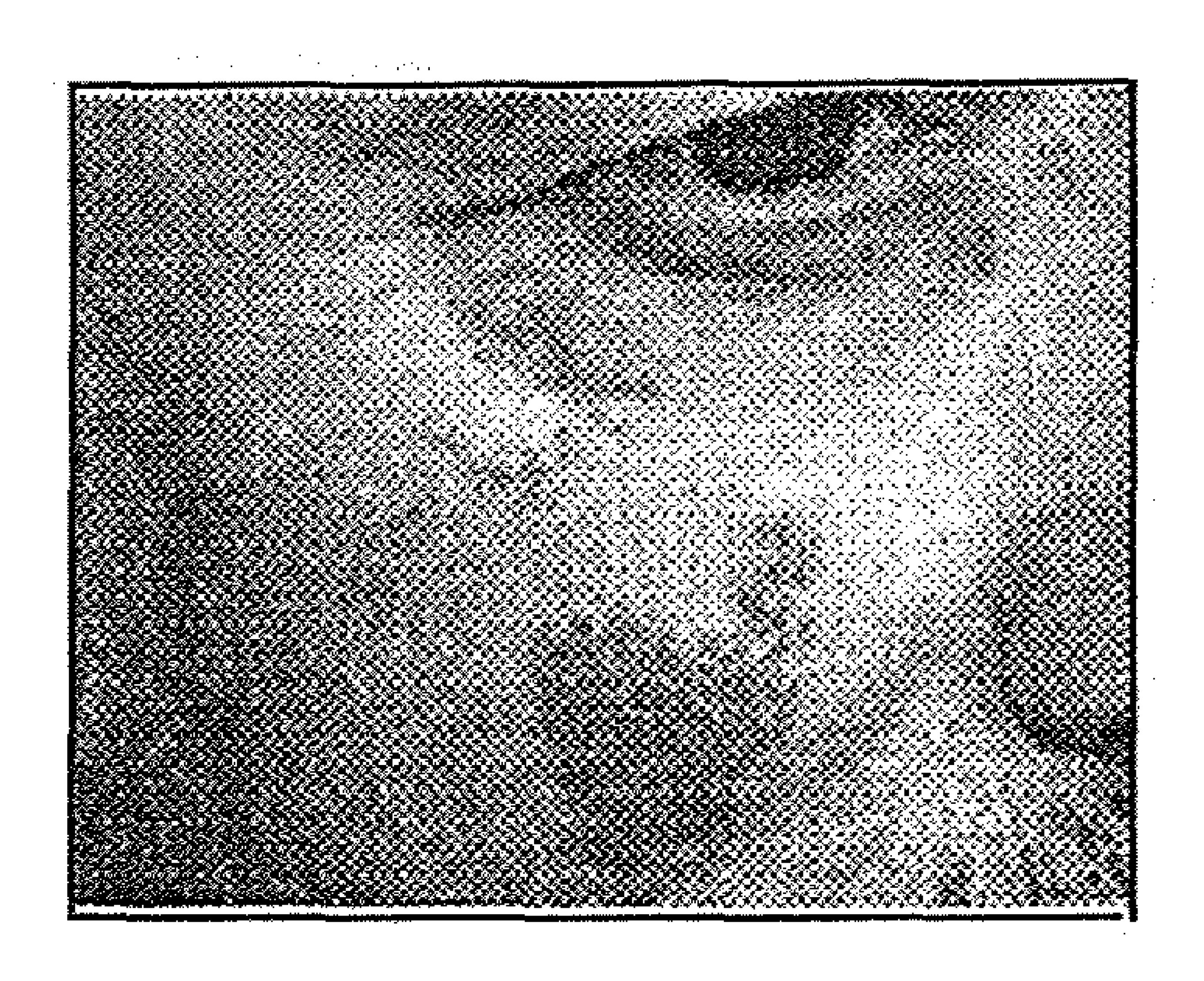
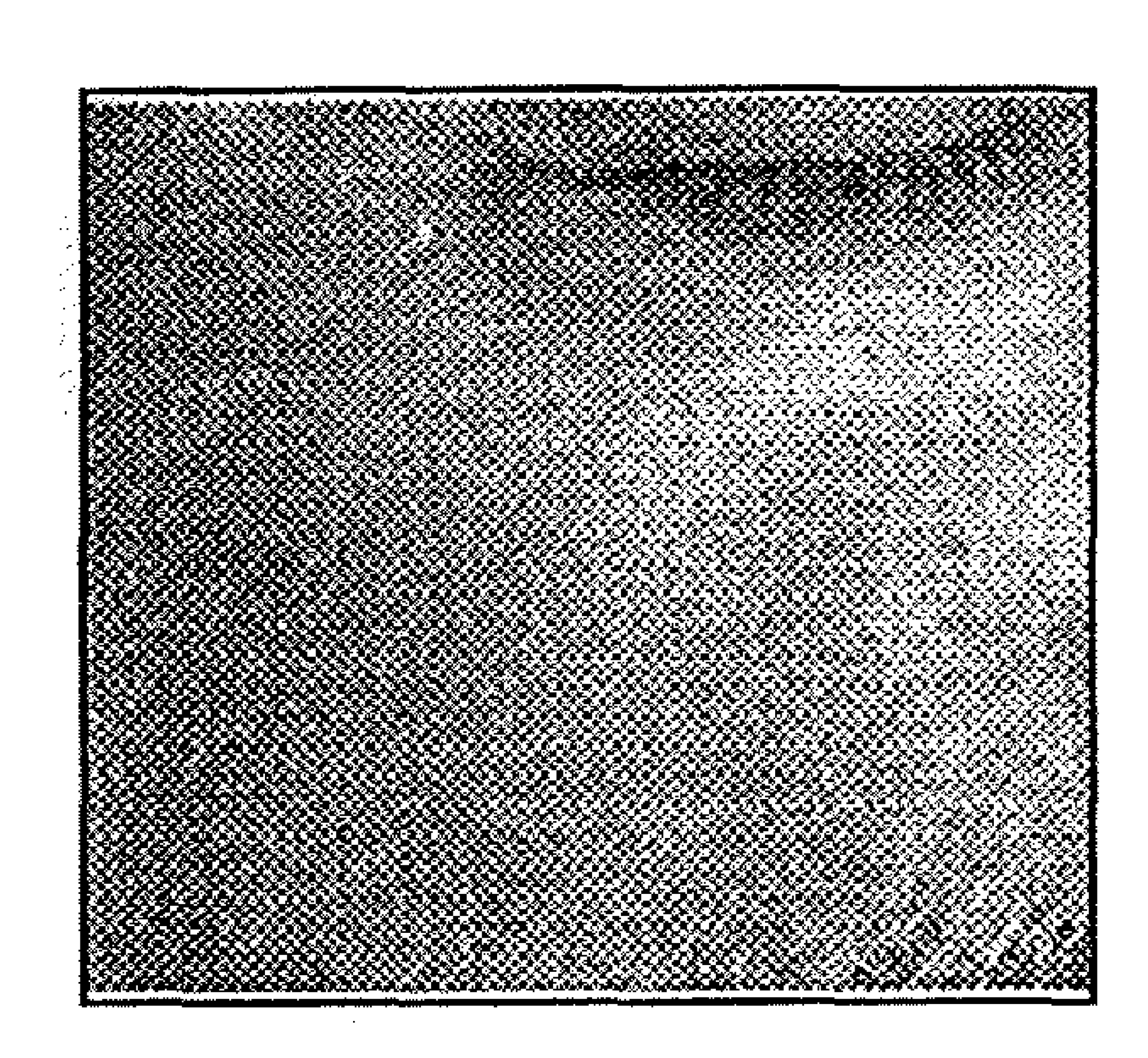


الشكل (٤٣) يوضح علاج وحمة جلدية

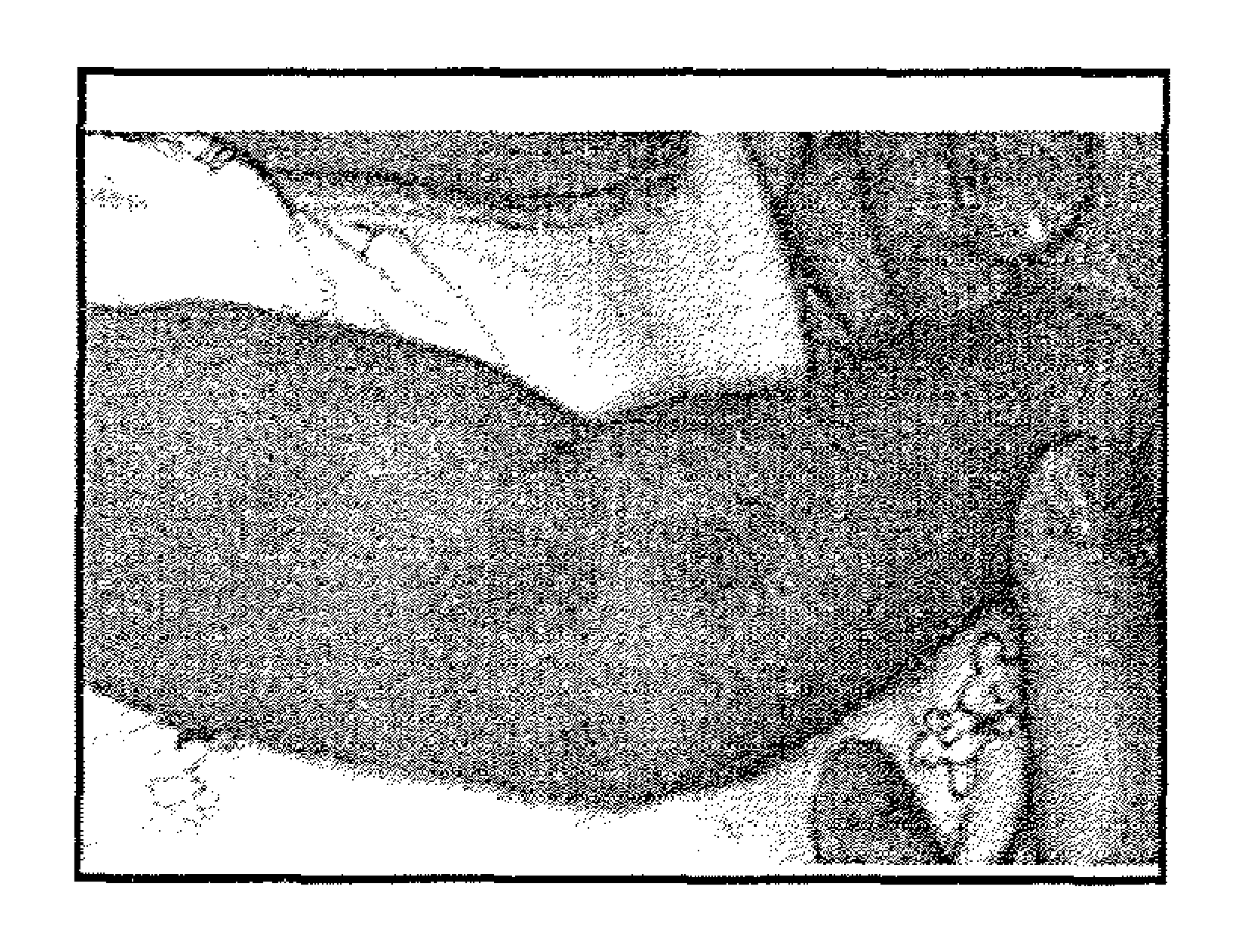
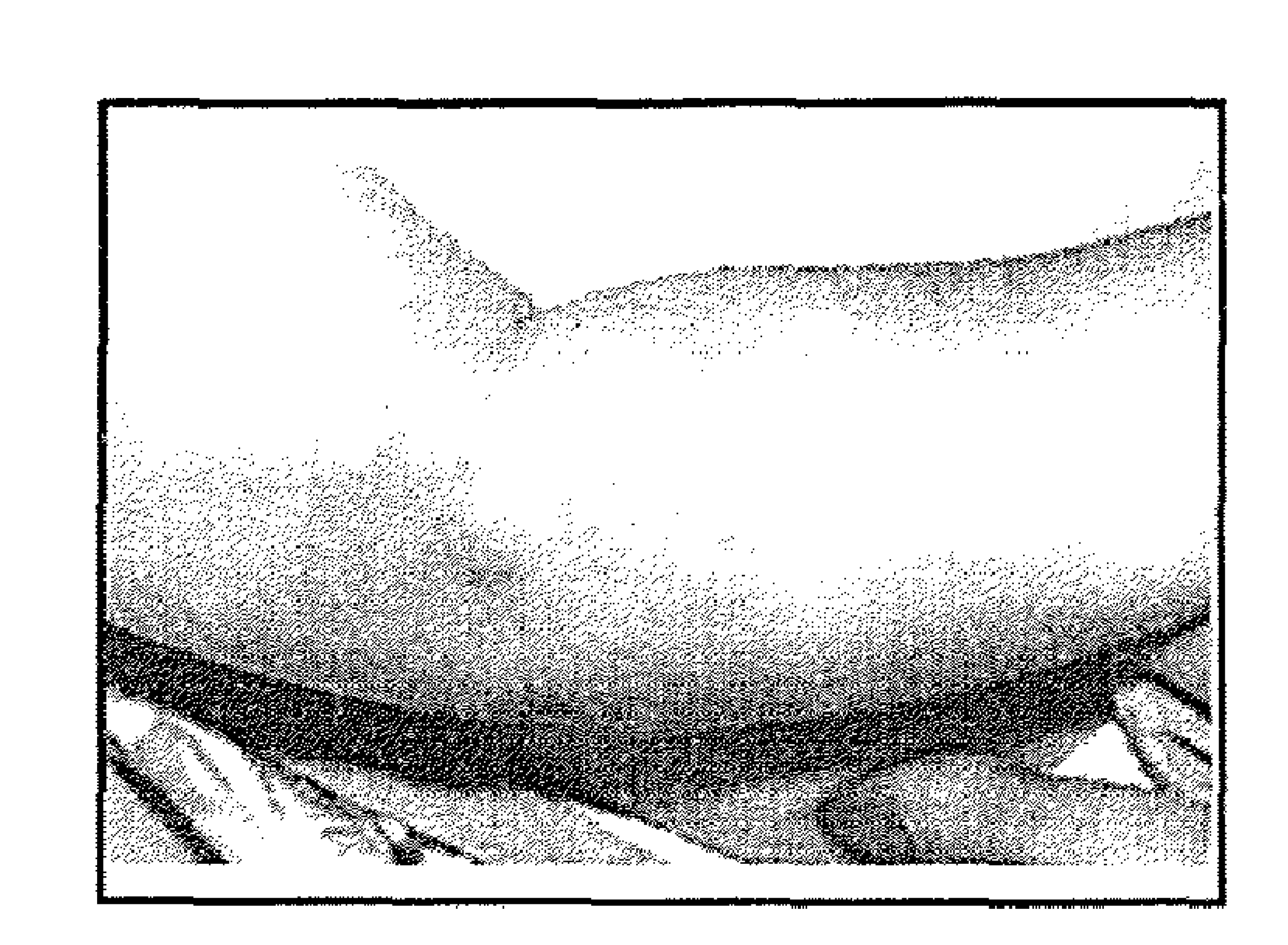




شكل (٤٤) حبوب بنية اللون بالوجه تعرف باسم القهوة Coffee.
الصورة اليسرى قبل العلاج واليمنى بعده.

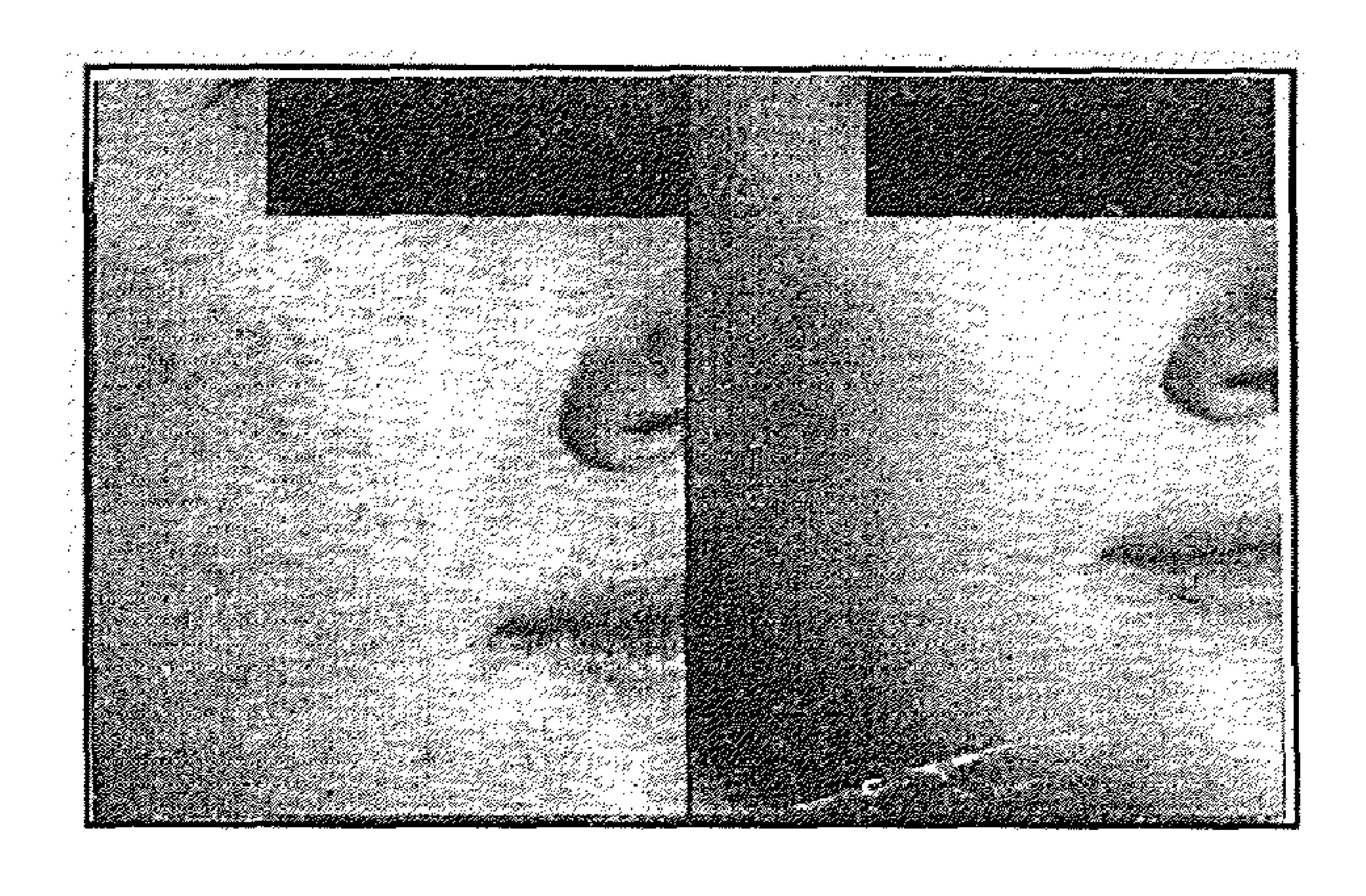
شكل (٤٥) وحمة وجه ظاهرة، لاحظ الصورة اليمنى بعد العلاج

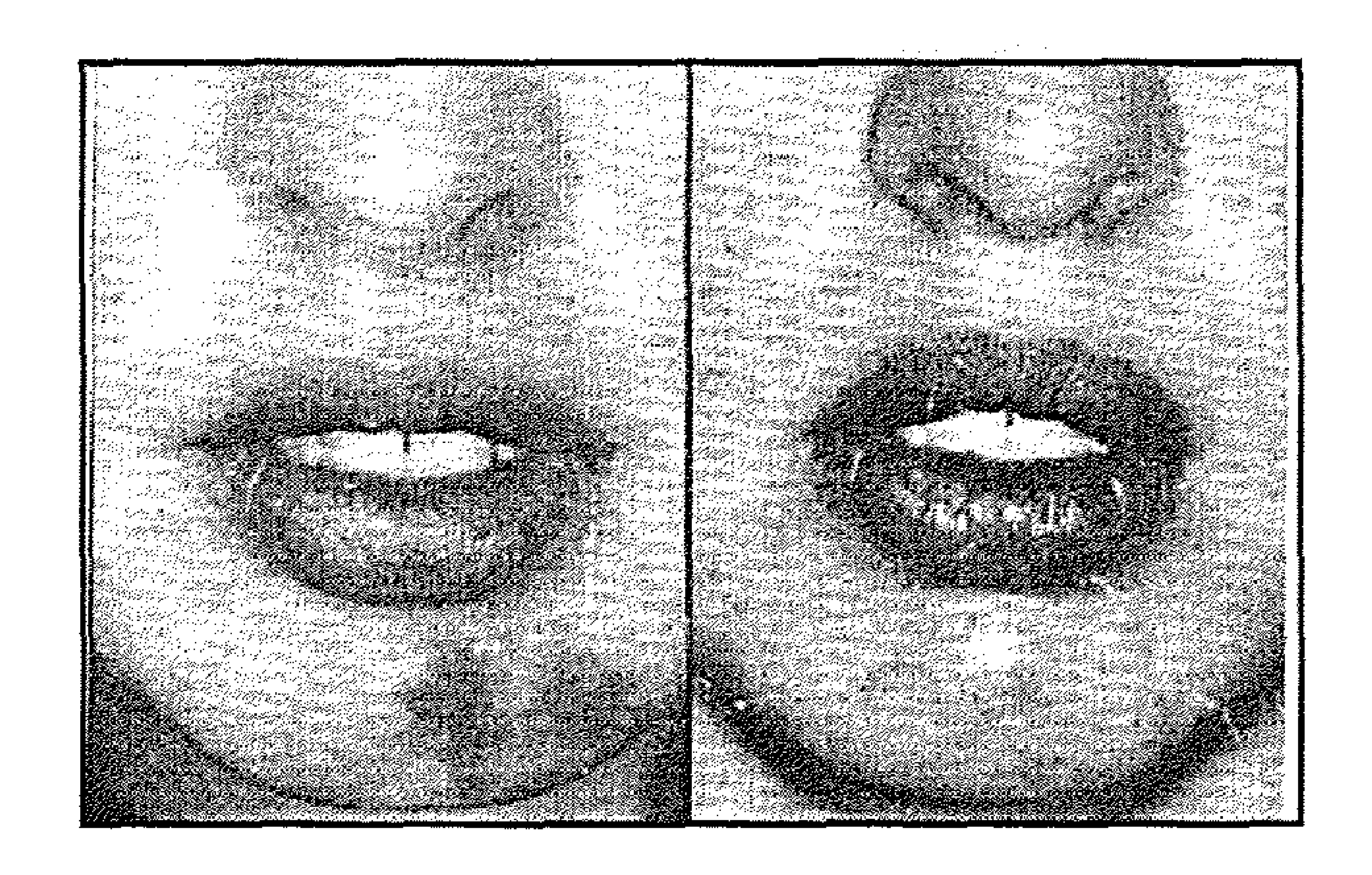
شكل (٤٦) وحمات ذراع



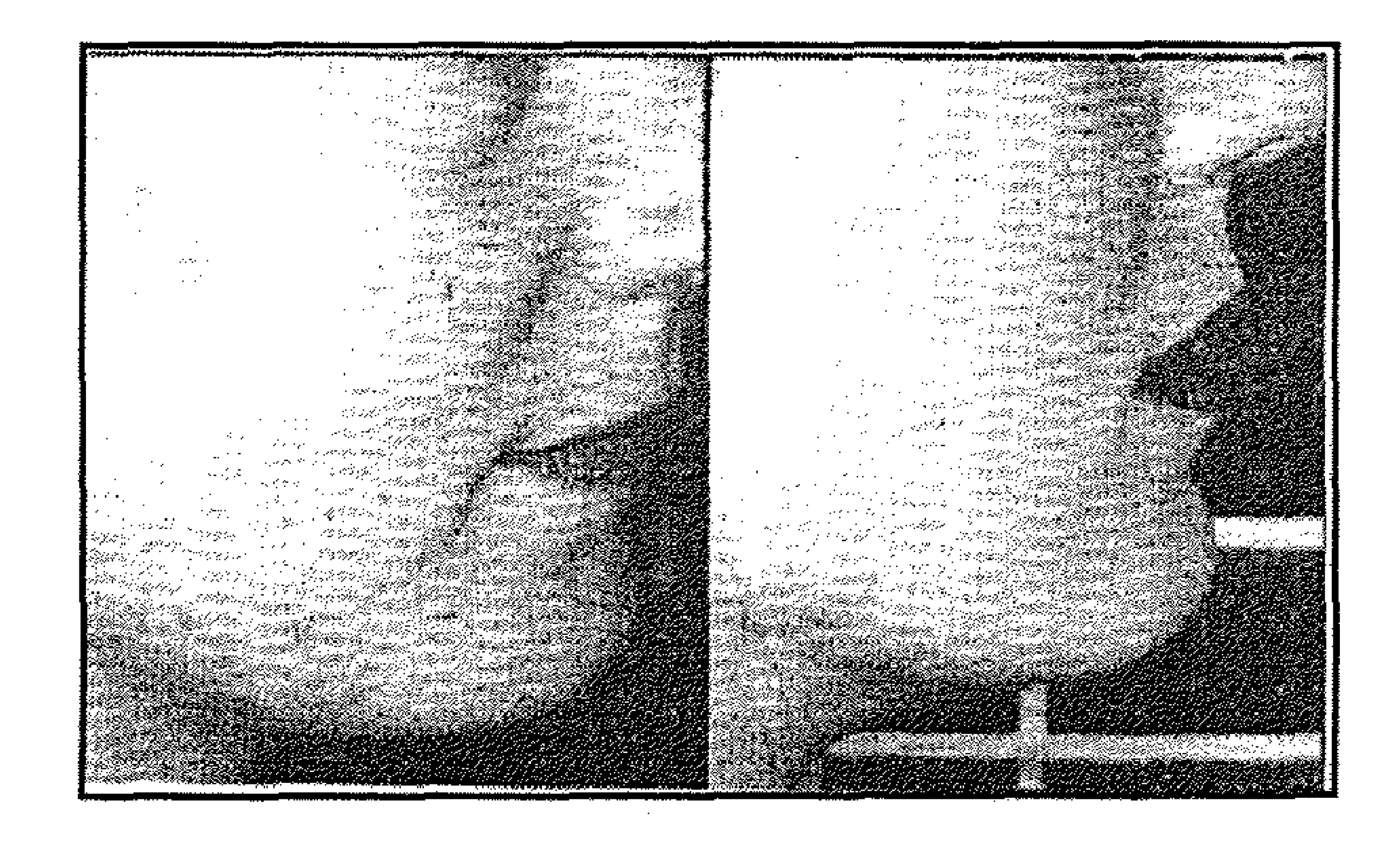

شكل (٤٧ ـ أ) جزء من بشرة الوجه خالى من اللون.
لاحظ وجود فارق لونى واضح فى الصورة اليسرى
وكيف أصبح بعد العلاج (الصورة اليمنى) .



شكل (٤٧ ـ ب) نمش جلدى قبل وبعد العلاج



شكل (٤٧ ـ جـ) وحمة خلقية قبل وبعد العلاج



شكل (٤٧ ـ د) تدوب ناتجة عن حب الشباب قبل وبعد العلاج

الفصل السادس

العلاجات الضوئية

يعتبر الليزر وسيلة فريدة للعلاج الطبى والتقنيات الجراحية للأسباب التالية:

- أشعه الليزر قابلة للتجمع مما يسمح بتركيز الضوء فى الألياف الضوئية، وذلك لنقله لأماكــن بعيدة فى الجـسم أو تركيزه على نقــاط صغـيرة جدّا بواسطة عـدسات أو ميكروسكوبات .

- أشعة الليـزر قد تُنْتَج فى نبضات مما يسمح بنقل قدره بآلاف الملايـين (جيجا) من الوات فى زمن مقـداره بضع نانو ثانية (النانو يساوى جزءا من ألف مـليون جزء من الثانــية) وبالتالــى يُمكن أن يُحقق احـتواءً حـراريًا و / أو احتواء إجـهاديًا فى المنـطقة المستهدفة.

- الليــزر يُمكن أن يكون أحــادى اللون monochromatic (أى له نفس الطول الموجى والتردد) مما يسمح له بالازدواج بكفاءة مع النهاية العظمى لامتصاص بعض المواد للضوء، مثلا، يُمْكن مـن التهديف نحو الأوعية الدموية لزيادة التنـشيط الضوئى للمواد الكيميائية الحساسة للضوء. والتطبيقات الطبية تستفيد من آليات ثلاث عامة للتفاعل بين أشعة الليزر والأنسجة وهى:

- آلية كيميائية ضوئية photochemical.
- آلية كيميائية حرارية photothermal.
- آلية ميكانيكية ضوئية Photomechanical .

٦-١ آلية كيميائية ضوئية photochemical:

وفيه تساهم فوتونات الضوء فى التفاعلات الكيميائية . فكل فوتون يُمتص بواسطة مادة كيميائية حساسة للضوء يؤدى لانتقال جزىء من جزيئاتها مثارة. وحينئذ يُمكن أن ينقسم هذا الجزء المثار فى مسارات متعددة. وأوضح مثال لذلك هو الطريقة الجديدة لمعالجة بعض أنواع السرطان والمسماة بالعلاج الديناميكى الفوتونى PDT والتى ستناقش فيما بعد تحت عنوان PDT برنامج لعلاج السرطان. ولهذه الطريقة ميزة كبيرة أنها توفر علاجاً محلياً محدوداً من حيث الحيز فى منطقة الإصابة بالخلايا السرطانية دون حدوث تأثيرات جانبية مثل تلك المعهودة فى العلاج الكيميائى التقليدى، أما نقطة الضعف فى هذه الطريقة فتتلخص فى ضرورة معرفة موقع الخلايا السرطانية. وإليك أيها القارئ العزيز بعض التطبيقات للعلاج الكيميائى الضوئى.

- العلاج الديناميكى الفوتونى PDT: ويستخدم لعلاج السرطان ولعلاج بعض أنواع البكتريا وكذلك لإزالة بعض الڤيروسات من منتجات الدم.

- لاصق (رابط) مُنشط ضوئيًا : ليربط جراحيًا قطوع الأنسجة وهذه العملية تسمى "اللحام الكيميائى الضوئى Photochemical welding .

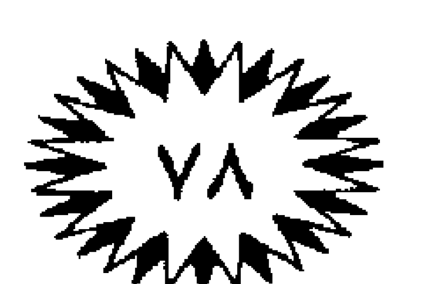
٦-٢ آلية حرارية ضوئية Photothermal mechanism:

إن الفوتونات التى تمتصها المواد الحساسة للضوء (أو المولدة للصبغة chromophore) تؤدى إلى تسخين المناطق البيولوچية الواقعة بين الخلايا intracellular أو فى الخلايا cellular أو فى الأنسجة لعضو ما من الجسم. ويُطلق على هذه العملية اسم "التخثر الحرارى الفوتونى "Photothermal coagulation" ومن أمثلتها:

- التدمير الحرارى البين - خلوى Intracellular thermal damage ويستخدم نبضات ليزر زمن استمراريتها فى حدود جزء من ألف مليون جزء من الثانية.

- التدمير الحرارى الخلوى cellular thermal damage.

ويستخدم نبضات ليزر زمنها جزء من مليون جزء من الثانية.



- تدمير نسيج أو عضو مثل تخثر طبقة من الثآليل السرطانية أو ورم بتسخينه بشعاع ليزر طويل - الموجة (أى فى حدود الميكروثانية إلى المللى ثانية).

٦-٢-١ الاحتواء الحرارى Thermal confinment:

يعنى تعاظم الحرارة (السخونة) فى هدف قبل انتشار حرارته . وعليه فإن أشعة الليزر النابضة يُمكن أن تحقق ارتفاعاً عالياً فى درجة حرارة الهدف وبعدها تنتشر الحرارة بسرعة وتقل درجتها أى أن الأنسجة المحيطة لا تتأثر بالحرارة. والمثال الواضح لذلك استخدام الليزر النابض الأصفر اللون الذى يُسخن أوعية الدم الحمراء الخاصة بإصابات البشرة المسماة بـ آفة بقعة الخمر - البرتغالى Portwine stain lesion .

يتم رفع درجة حرارة هذه الأوعية الدموية عالياً فى مدة أقل من عُشر الثانية بدون تسخين خلايا الجلد المحيطة. والنتيجة الطبية هى زوال بقعه الخمر البرتغالى .

ومن أمثلة التطبيقات الطبية للعلاج الحرارى الفوتونى ما يلى:

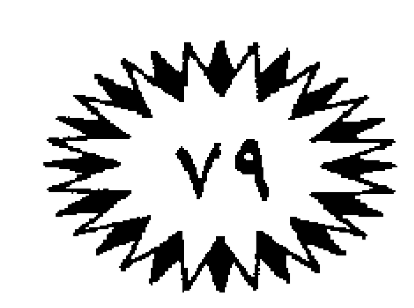
- علاج إصابات بقع الخمر البرتغالى وآفات شاذة للأوعية الدموية بالجلد .
- علاج الأورام المعترضة obstructive التى تحدث فى الرئتين أو المرىء .
- علاج بعض أورام الكبد من خلال إبر وباستخدام ألياف ضوئية وذلك لمنع الحاجة لجراحة كبرى.
- علاج فرط النمو الخلوى hyperpalasia بالبروستاتا وذلك لاستعادة عملية التبول العادية .
- علاج الانفصال الشبكى.

٦-٣ الآلية الميكانيكية الفوتونية photomechanical:

يستطيع الليزر النابض أن يُعطى طاقة للهدف بسرعة عالية وعندما يَسخُن الهدف يحدث له تمدد مرن - حرارى وذلك يرفع الضغط الداخلى له عالياً.

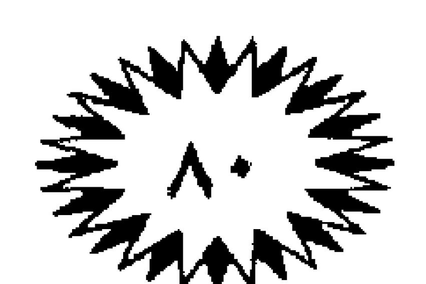
٦-٣-١ احتواء الإجهاد Stress confinement:

ويعنى رفع ضغط الهدف عالياً قبل أن يتسرب الضغط من الهدف بسرعة الضوء. وهذا الضغط المرتفع قد يؤدى لانفجار الهدف.



تشظى spallation :

عندمـا يوجد حـد حر "free boundary" مثـل ما بين الهـواء والأنسجـة فإن الأنسجـة تتمـدد عند السطح ولكنها ترتد مـثل قطعة المطاط . التـمدد يمـثل ضغطا أو إجهادا موجـبا والارتداد إجهاد سالب . وإذا كان الإجهـاد السالب يزيد من قوة الخلايا فإن "الشريط المطاطى" ينقطع. وتنفصل طبقة رقيقة من النسيج وأكثر من ذلك أن موجه ثنائية القطب ستنـتشر فى النسيج مسبـبة قطع متواتر له. وعملـيات القطع الداخلية هذه للسوائـل والأنسجة تسـمى بفقـاعات التـجويف bubbles cavitation وهناك نوعان آخران من التأثير الميكانيكى الفـوتونى، وهما نوعان من التغير الطورى أحدهمـا التبخر vaporization والآخر البلازما.



الفصل السابع

إزالة الشعر بواسطة التحلل الضوئى

تشير التقارير الطبية الحديثة إلى أن هناك عدداً متزايداً من السيدات يعانين من زيادة فى نمو الشعر بمناطق مختلفة من الجسم. وانطلاقاً من الاهتمام بحل هذه المشكلة، فإن صناعة الليزر توصلت لفتح آفاق عالية التقنية لطريق أفضل لإزالة الشعر الزائد. والحقيقة أن إزالة الشعر بالليزر ينفى الحاجة إلى الطرق التقليدية لإزالة الشعر. إن الشعر غير المرغوب فيه يعتبر مشكلة لكل من الرجال والنساء. إن التقدم السريع والمذهل فى صناعة الليزر قد أعطى أولوية للعلاج بالليزر عن باقى الطرق الأخرى للعلاج وخاصة فى مجال إزالة الشعر الذى يعتبر فيه استخدام الليزر هو الحل الوحيد والأمثل الآن. إن المشكلة التى واجهت صناعة الليزر فى مجال إزالة الشعر أن خلايا الصبغة الموجودة فى الشعر المراد تدميره بالليزر موجودة أيضاً فى أنسجة الجلد المُراد الحفاظ على سلامتها من الليزر. فكيف يمكن التأثير على خلايا الصبغة الموجودة فى الشعر مع الحفاظ على خلايا الصبغة الموجودة فى الجلد؟

كانت هذه هى المعادلة الصعبة التى كادت أن تؤدى إلى فشل علاج الشعر الزائد بالليزر إلى أن ابتُكر جهاز الالكسندرايت ليزر والذى يُعتبر الجهاز الوحيد الذى يعتمد على خاصية الـ TKS والتى تمكن أشعة الليزر من التأثير على خلايا الصبغة الموجودة بالشعر مع الحفاظ الكامل على خلايا الصبغة الموجودة فى الجلد وخاصة فى نوعية الجلد فى منطقة الشرق الأوسط حيث تكون صبغة الجلد أكثر منها فى منطقة أوربا.

إن إزالة الشعر لايتم فى جلسة واحدة إنما يتطلب الأمر من ٣ - ٥ جلسات بين الجلسة والتى تليها ٦ - ٨ أسابيع بعدها يختفى حوالى ٨٠٪ إلى ٩٠٪ من الشعر، وذلك نظراً لأن الشعر الذى يتأثر بأشعة الليزر لابد أن يكون فى مرحلة النمو، فلابد من الانتظار من ٦ - ٨ أسابيع حتى يمكن عمل الجلسة التالية.

ومن المميزات الأخرى لهذا الجهاز أنه يُمكن به علاج الالتهاب المزمن فى الذقن عند الرجال بسبب الحلاقة وكذلك علاج دوالى الساق الخفيفة التى يبلغ قطرها من ٠,٦

إلى ۰,۳مم. إن التقدم العلمى المذهل واستخدام التقنيات الحديثة قد مكن الأطباء من علاج الكثير من الحالات المرضية بطرق أكثر فعالية وأمناً من الماضى.

فى الماضى كانت هناك خيارات محدودة مطروحة لإزالة الشعر غير المرغوب فيه. والعلاجات القديمة كانت تسبب الألم أو مُكلفة أو تحتاج لجهد كبير، ومع ذلك فقد كان مردودها محدوداً. واتضحت الحاجة الماسة لعلاج أفضل لمشكلة الشعر غير المرغوب فيه وهذه ظاهرة تؤثر على نسبة عالية من البشر إن لم تكن الغالبية. وتتلخص الطرق القديمة للتخلص من الشعر غير المرغوب فيه فيما يلى: نزع الشعر، أو الحلق، أو العلاج الكيماوى، التشميع waxing أو التحلل الكهربائى electrolysis. وقد تكون الأدوية الداخلية internal medications ذات نفع للذين لديهم نمو شعر فى مواضع مُخجلة لكن هذا النوع من العلاج يكون عادة طويل الأجل ويجب المداومة عليه. أما الأدوية التى يتم تعاطيها عن طريق الفم oral medications فتكون محدودة المردود وذات آثار جانبية. ولهذا كان طبيعيًا أن يتحول الناس لطرق العلاج الفيزيائى. كما أن جميع طرق إزالة الشعر غير المرغوب فيه تمثل علاجاً مؤقتاً، ماعدا طريقة التحلل الكهربائى إذا أُجريت بدقة فقد تؤدى لزوال دائم للشعر.

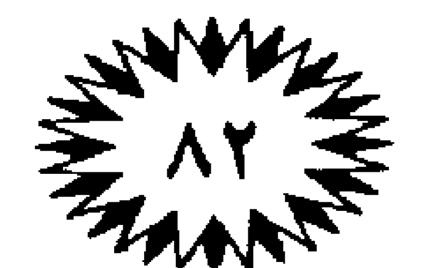
٧-١ التحلل الكهربائى electrolysis:

التحلل الكهربائى علاج قديم غير مُكتمل. فالذين خاضوا تجربة العلاج باستخدام التحلل الكهربائى يدركون أنه قد يكون مؤلماً وأنه مُكلف، وأهم من ذلك أنه قد يسبب ندبات دائمة. ويعمل التحليل الكهربائى باستخدام تيار كهربائى يُنقل بواسطة إبرة أو قطب كهربائى "إلكترود electrode" ويمر التيار الكهربائى خلال الجلد إلى بصيلات الشعر الموجودة تحت سطح البشرة. وهناك بعض المشاكل لهذه الآلية. فقد يدمر التيار الكهربائى خلايا الجلد العادية الموجودة حول بُصيلة الشعر وينتج عن ذلك حدوث ندبات. ولعدم إمكانية رؤية بصيلة الشعر مباشرة فلن يستطيع الطبيب المعالج التأكد من أن التيار الكهربائى يتجه بدقة لمكان العلاج.

٧-٢ التحلل الفوتونى (الضوئى) Photolysis:

إن طريقة العلاج بالتحلل الضوئى تعمل كالآتى:

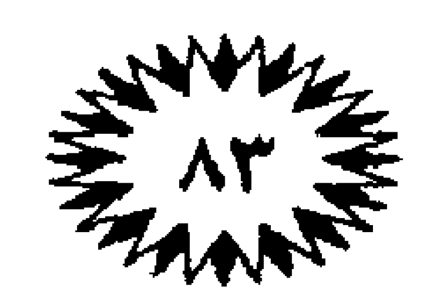
يكتسب الشعر لونه من وجود تركيز عال من صبغة. والصبغة طبقاً لتعريفها العلمى مادة تمتص الضوء. وإذا كانت الصبغة تُمتص جميع ألوان الضوء (جميع

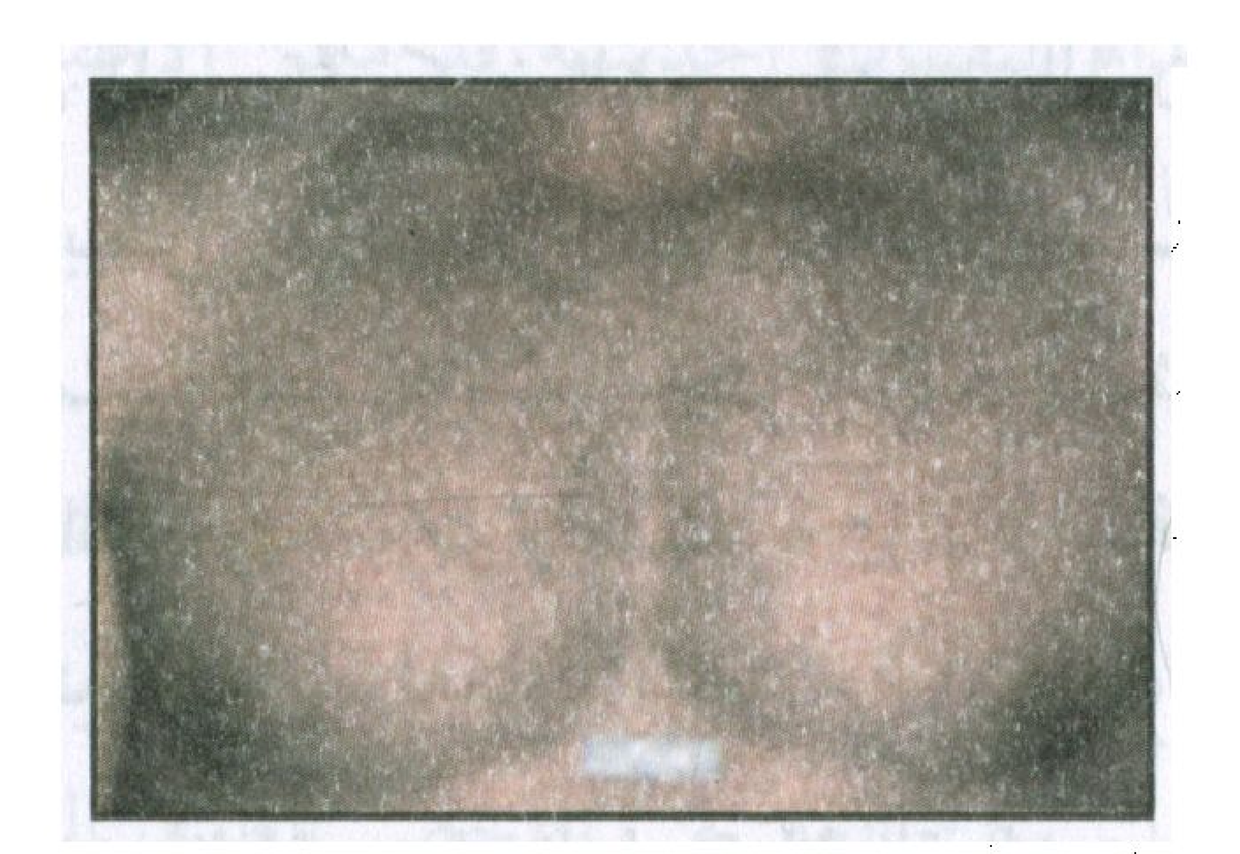


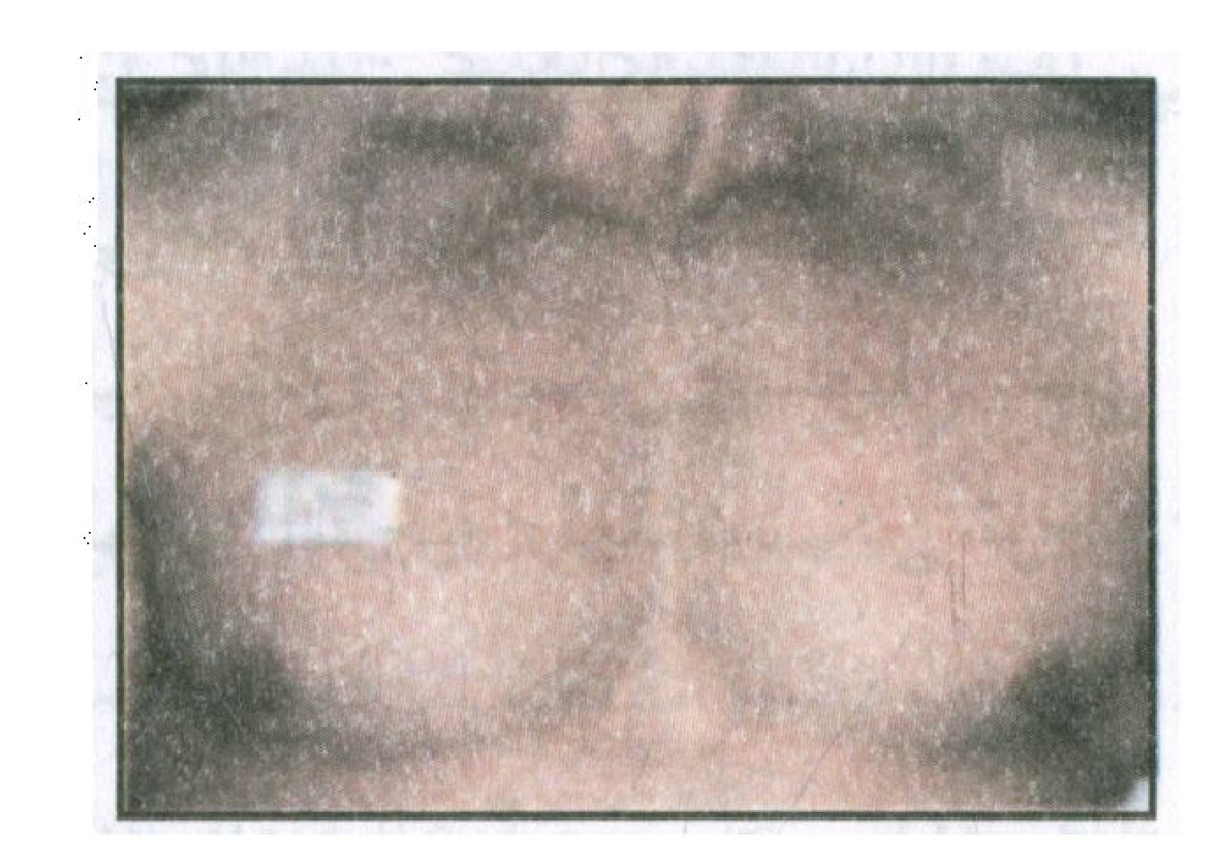
الأطوال الموجية) يكون الشعر أسود اللون . وإذا كانت تعكس كل ألوان الضوء يكون الشعر أبيض اللون. والجسم الأسود يمتص بالتالى حرارة أكثر . وباستخدام هذا المبدأ تم تصميم منبع ضوئى يبعث نبضة ضوئية عالية القدرة. ويُمكن السيطرة على شدة النبضة الضوئية وفترة استمرارها بالإضافة لأطوالها الموجية ولهذا يمكن توجيه هذه النبضات الضوئية لعلاج الشعر من أى لون .

إن التفاصيل العلمية لإزالة الشعر بالتحلل الضوئى مُعقدة وقد تطلبت جهوداً كبيرة من الباحثين. إن التقنية الضوئية التى تشتمل على السيطرة على شدة النبضات الضوئية وفترة استمرارها والأطوال الموجية لضوئها تُمثل انتصارا طبيا غير مسبوق. وعمليه إزالة الشعر بالتحلل الضوئى تعتمد على مبدأ فيزيائى دقيق وهو الفرق فى امتصاص الضوء بين كل من صبغة الشعر وصبغة الجلد. وبرغم أن النتائج يُمكن أن تتفاوت من حالة لأخرى فإن أحسن الظروف العلاجية تتوافر لدى البشر من ذوى الجلد الفاتح والشعر الداكن . أما أصحاب البشرة الداكنة لديهم نفس هذه الظروف النموذجية.

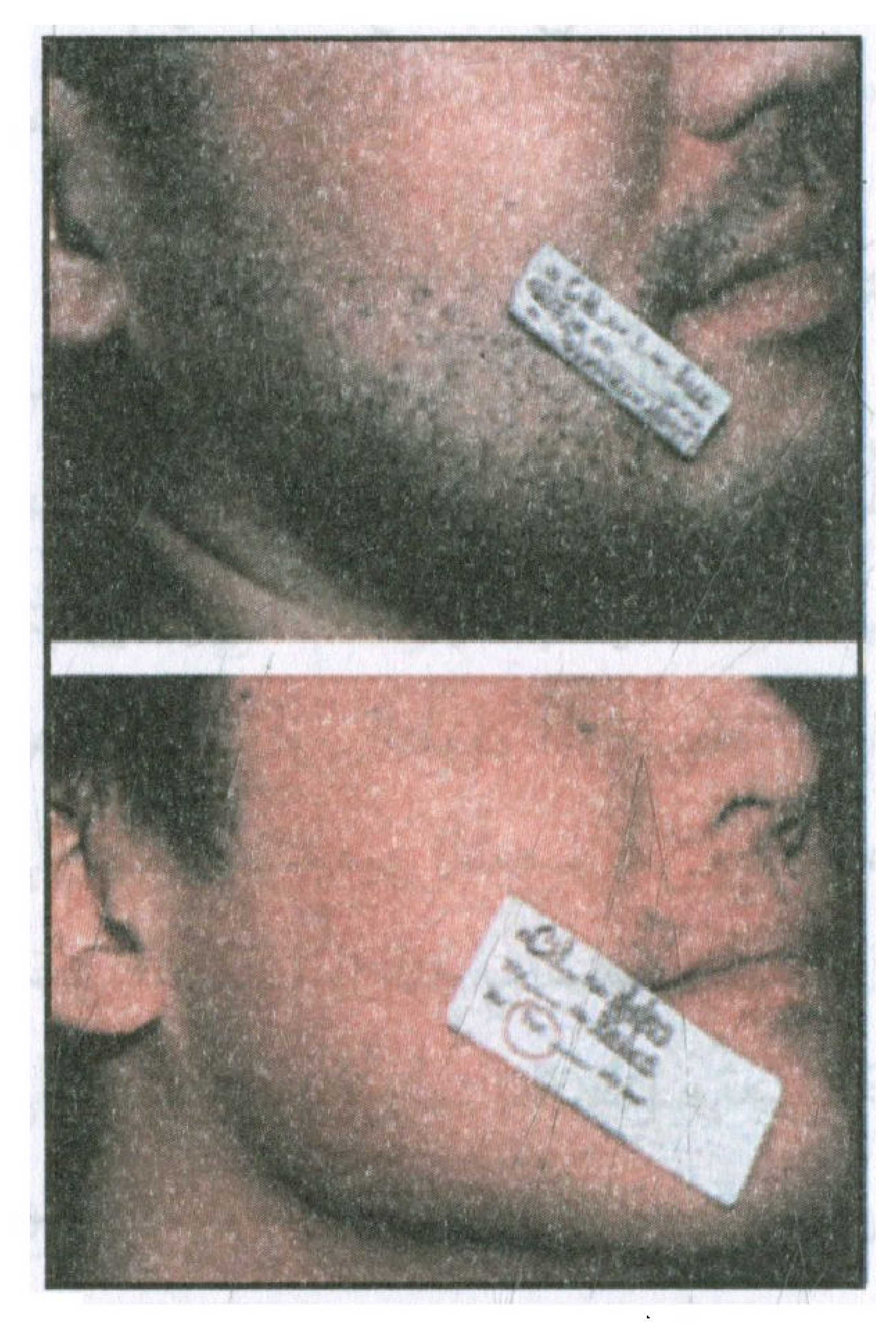
وعندما تُسلط النبضة الضوئية الناتجة من جهاز الليزر على سطح الجلد فإنها تُرشح وتمر إلى ما تحت الجلد مثلما يترشح الضوء على سطح بُحيرة ماراً لأعماقها. وحينئذ يتم امتصاص هذا الضوء المُخلق بواسطة بصيلات الشعر . ويتم ذلك بطريقة اختيارية أى أن خلايا بصيلات الشعر يكون لديها ميل أكثر لنوع مُعين من الضوء (من حيث اللون أو الطول الموجى). إن الامتصاص السريع الاختيارى لنبضات الضوء يُنتج حرارة تقوم بتدمير الشعر من جذوره. وعندما يتم علاج المصاب يُمكن أن يرى فوراً أن الشعر قد تمت إزالته بواسطة نبضات الليزر. وكلمة التحلل الضوئى photolysis تتكون من مقطعين. الأول photo وتعنى ضوء والثانى lysis وهى كلمه لاتينية تعنى التدمير. ولهذا فإن الـ photolysis تعبير يعنى تدمير بصيلات الشعر باستخدام الطاقة الضوئية.



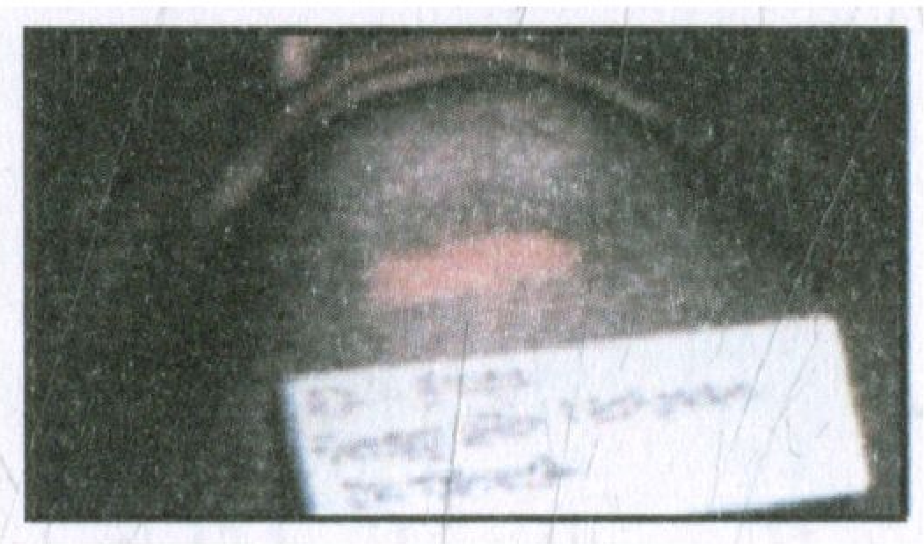




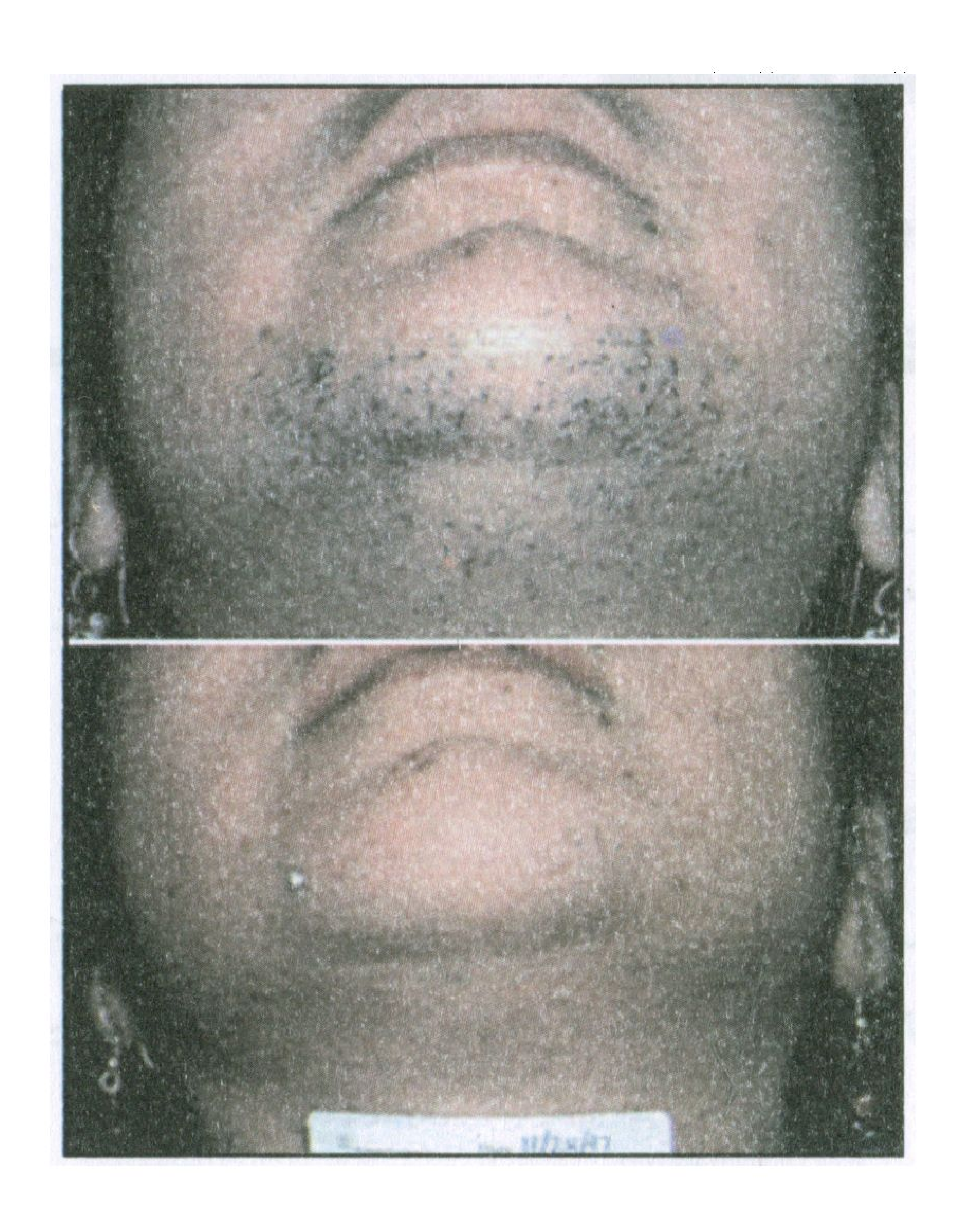
الشكل رقم (٤٨) يوضح إزالة كاملة لشعر الصدر. الصورة الأولى من اليسار توضح الصدر قبل العلاج بالليزر . والثانية توضح كيف أصبح الصدر بعد جلسة واحدة فقط لإزالة شعر الصدر.



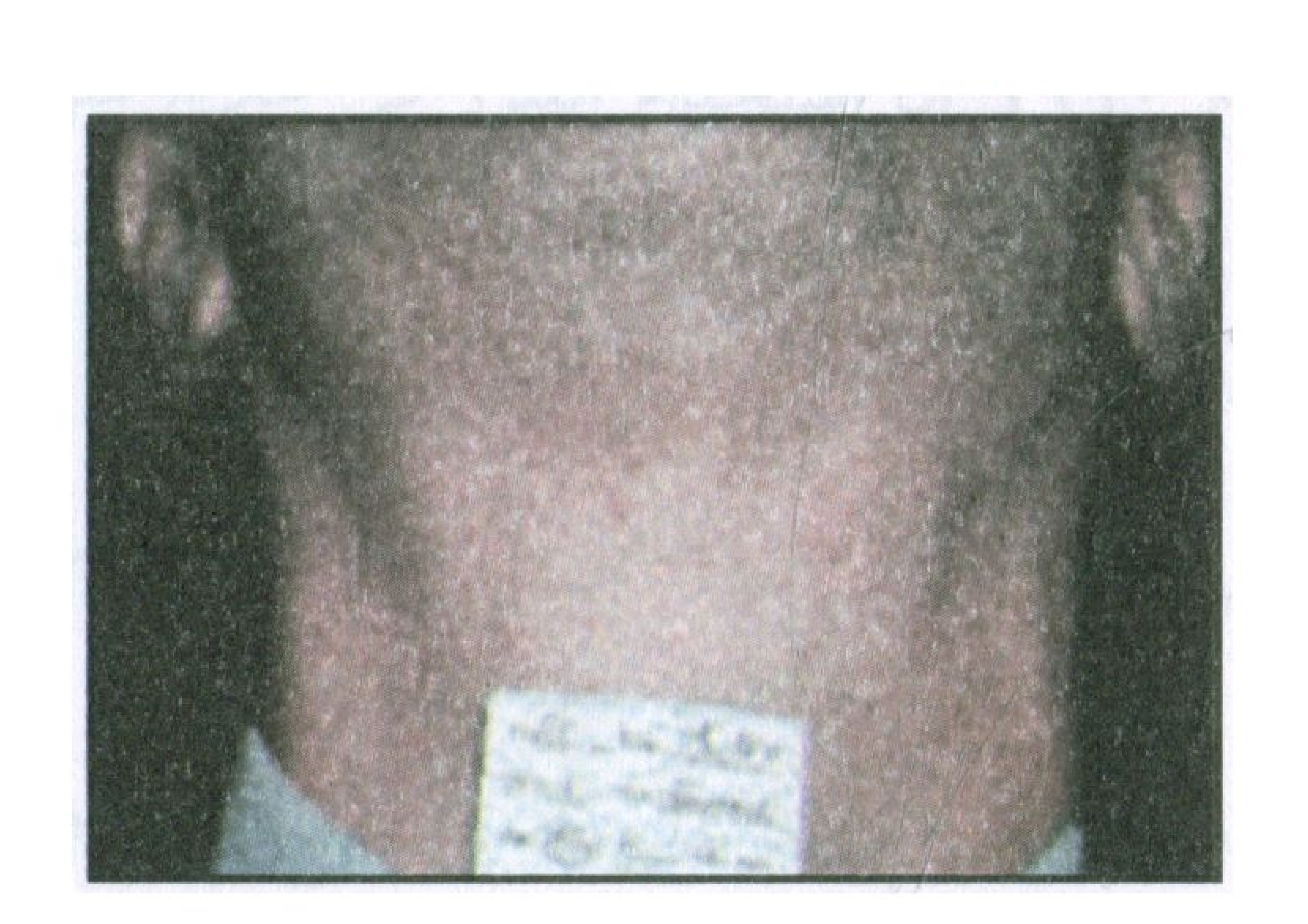
والشكل رقم (٤٩) يوضح رجلا أمريكيا من أصل آسيوى ذا لحية ذات شعر كثيف وسميك . والصورة توضح الشكل قبل وبعد العلاج. هذه الحالة تكون مهمة إذا كان المصاب من النساء.



الشكل رقم (٥٠) يوضح صورة لشاب أجريت له عملية إزالة لشعر الرقبة استغرقت جلسة واحدة مدتها ٤٥ دقيقة وقد أخذت هذه الصورة بعد مرور أربعة أسابيع على الجلسة الأولى. لم تسبب هذه العملية أية آلام أو آثار جانبية لكنها توضح أن هذه التقنية فعالة جدا بالنسبة للشعر الأسود اللون أما تأثيرها على الشعر الأبيض فقليل



الشكل رقم (٥١) صورة لامرأة أمريكية هندية . الصورة الأولى توضح نموا ظاهرا لشعر الذقن. الصورة الثانية توضح خلو الذقن من الشعر بعد العلاج بأشعة الليزر.



الشكل رقم (٥٢) يوضح صورة لمدى فعالية هذا النوع من العلاج فى الإزالة الكاملة للشعر غير المرغوب فيه. فالجزء المستطيل الشكل والخالي من الشعر تم تعريضه لنبضة ضوئية (فى جلسة واحدة) مساحتها ٥ ,٣ _ ٨ مم . وقد أخذت هذه الصورة بعد مرور ثلاثة أسابيع على جلسة العلاج الاختيارية التي مرت دون ألم وبدون حدوث آثار جانبية وأحدثت إزالة كاملة وفورية للشعر فى منطقة العلاج، وحيث إن الجلسة الاختيارية قد آتت ثمارها فقد قام المريض باستكمال العلاج لإزالة كل شعر اللحية.



الفصل الثامن
استخدام الليزر فى علاج الأورام السرطانية

أثبت الليزر فاعلية كبيرة فى استئصال الأورام السرطانية لتميزه بالدقة العالية والنزف القليل بالإضافة إلى أن احتمالات التلوث غير قائمة وسنذكر هنا بعض أورام الجهاز الهضمى التى تم علاجها بالليزر.

١.٨ سرطان المرىء Cancer Esophagus:

يستخدم ليزر النيوديميوم-ياج فى استئصال أورام المرىء المبكرة وكانت نتيجة إحدى الدراسات استجابة طيبة لمدة طويلة فى ١٦ مريضا من أصل ٢٢ ولمدة متابعة وصلت بين ٢٢-٥٤ شهرا.

وقد استخدمت تقنية العلاج الضوئى الديناميكى Photo Dynamic Therapy لعلاج سرطان المرىء المبكر وفى علاج التغيرات السرطانية فى الأنسجة الطلائية للمرىء أو ما يعرف بـ Barrett's Metaplasia.

وقد أوضح د/ الدرسون فى عام ١٩٩٠ أن استخدام الليزر فى علاج سرطان المرئ المتقدم للمرضى الذين يعانون صعوبة فى البلع Dysphasia نتيجة انسداد المرىء بالورم - يؤدى إلى نتائج مريحة وطيبة.

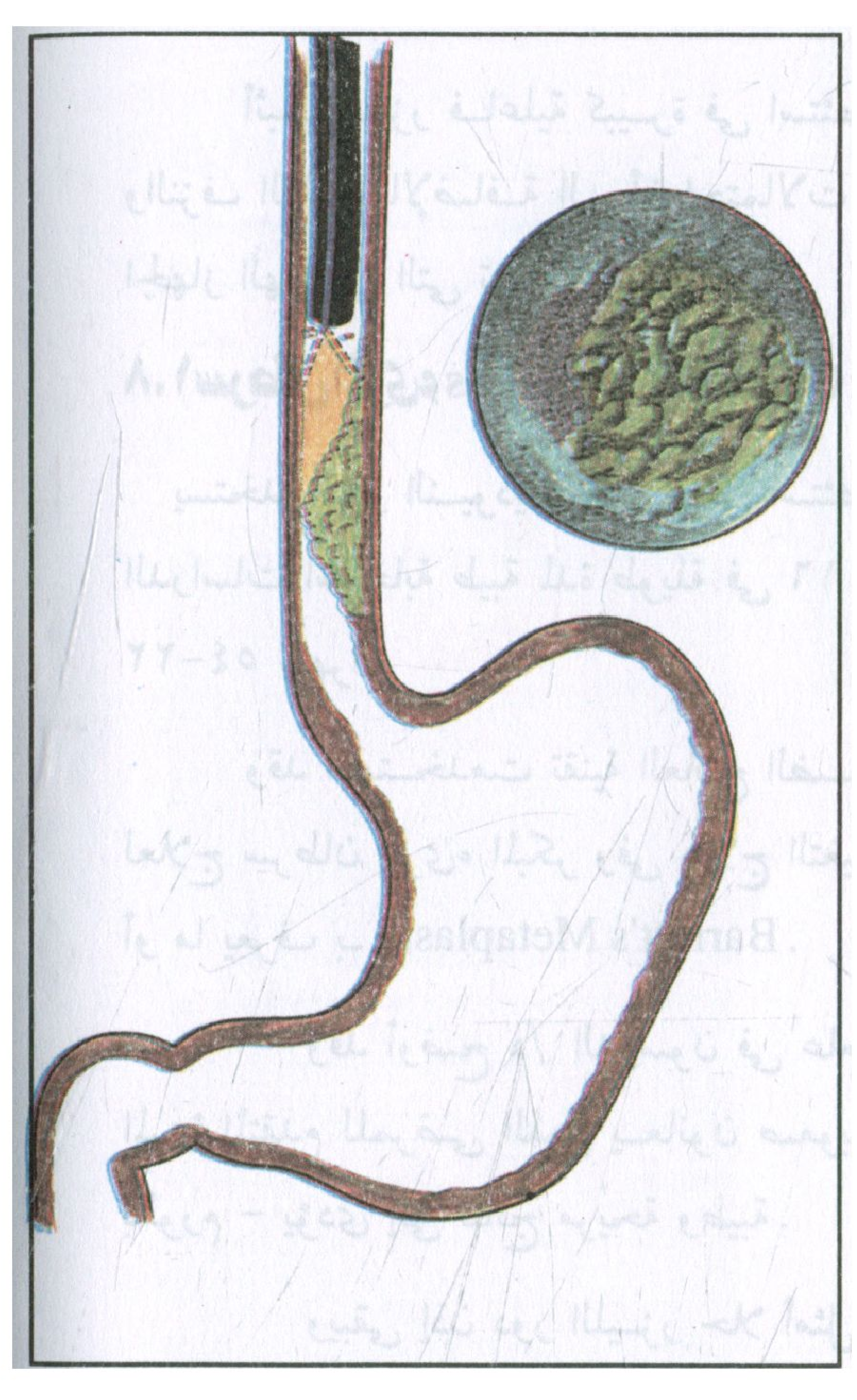
ويبقى إذن دور الليزر حلا أمثل لهؤلاء المرضى الذين لا يتحملون الصدمة الجراحية Surgical Trauma أو لا يتوقع لهم الحياة مدة أطول بعد الجراحة نتيجة تقدم السرطان وانتشاره أو سوء الحالة، ولذلك فإن الليزر يساعد على تحسن البلع لدى هؤلاء المرضى وهو اضعف الإيمان.

وقد أوضح د/ الدرسون فى عام ١٩٩٠ أن استخدام الليزر فى علاج سرطان المرىء المتقدم للمرضى الذين يعانون صعوبة فى البلع Dysphasia نتيجة انسداد المرئ بالورم - يؤدى إلى نتائج مريحة وطيبة.

ويبقى إذن دور الليزر حلا أمثل لهؤلاء المرضى الذين لا يتحملون الصدمة الجراحية Surgical Trauma أو لا يتوقع لهم الحياة مدة أطول بعد الجراحة نتيجة تقدم السرطان وانتشاره أو سوء الحال؛ ولذلك فإن الليزر يساعد على تحسن البلع لدى هؤلاء المرضى وهو أضعف الإيمان.

٨-٢ سرطان المعدة Gastric Cancer:

إن استخدام المناظير الضوئية قد أمكن الأطباء من التشخيص المبكر لسرطان المعدة والذى كان حتى وقت قريب من الأمراض القاتلة الصامتة Silent Killer التى لا تكتشف إلا فى حالة متقدمة، وعند استخدام الليزر فى علاج سرطان المعدة المبكر تكون النتائج مطمئنة بشكل كبير حيث يتم القضاء على الورم تماما، ويستخدم أيضا لهؤلاء المرضى الذين يعانون من معضلات صحية تمنعهم من إجراء الجراحة أو المرضى الذين يرفضون الجراحة أصلا.



شكل (٥٣) علاج سرطان المرىء بالليزر

وأصبح الليزر الآن هو الخيار الأول لجميع حالات سرطان المعدة المبكر لدى المرضى المعمرين الذين يعانون من العديد من المشكلات الصحية ويتوقع أن يصبح الليزر فى المستقبل الحل الأول لجميع حالات سرطان المعدة الذى تنتشر الإصابة به فى بعض دول آسيا.. ففى اليابان على سبيل المثال تشكل الإصابة بسرطان الجهاز الهضمى نسبة ٦٠٪ من مجمل إصابات السرطان فى هذا البلد، ويرجع ذلك إلى طبيعة طعام اليابانيين الغنى بالبهارات ويرجع أيضا لارتفاع نسبة المعمرين بها. والمجتمع اليابانى مجتمع صاخب يعانى العديد من الضغوط الحياتية، هذه العوامل تهيئ اليابانيين الذين تجاوزوا سن الأربعين للإصابة بسرطان المعدة.

(أ)

(ب)

(جـ)

شكل (٥٤) مراحل علاج سرطان المرىء بالليزر

ويستخدم اليابانيون الليزر لعلاج سرطان المعدة، ويشرح أحد الأطباء الأسلوب اليابانى الحديث لعلاج سرطان المعدة بقوله: "المبدأ بسيط يقوم على تسليط حزمة شعاعية من الليزر منطلقة من جهاز دقيق مركب فى رأس أنبوب مرن يتم إدخاله إلى الجسم المصاب عبر فتحة الفم بحيث تقوم الحزمة الشعاعية بحرق الخلايا السرطانية والقضاء عليها دون أن تؤذى إلا عددا قليلا من الخلايا السليمة للنسيج المجاور للورم السرطانى.

٨-٣ سرطان القولون والمستقيم Colorectal Cancer:

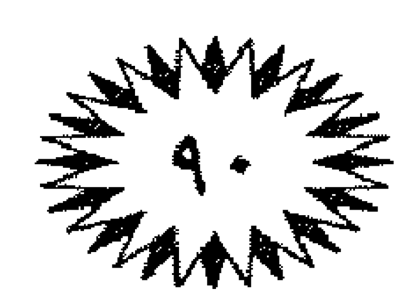
يستخدم الليزر فى علاج سرطان القولون والمستقيم لحل مشكلة المرضى المعمرين الذين يعانون من مشكلات صحية تعوق إجراء جراحات طويلة أو لإعادة فتح القناة الهضمية لتحضير المريض لاستئصال الورم جراحيا.

ويعتبر بعض الأطباء الليزر هو أفضل الحلول فى تلك الحالات عن الحلول الجراحية والإشعاعية الأخرى، لسرعة إجرائه وعدم حاجة المريض للبقاء لفترة كبيرة فى المستشفى، ولقلة المضاعفات الحادثة عند استعماله، ولكن تبقى مشكلة ارتفاع أسعاره ووجود بعض المضاعفات التى قد تحدث عند استئصال بعض الأورام البعيدة عن فتحة الشرج.

٨-٤ أورام الكبد Liver Tumours:

يعد الليزر فتحا فى مجال استئصال أجزاء الكبد التالفة، خصوصا ليزر ثانى أكسيد الكربون وليزر نيوديميوم-ياج. بحيث يتم استخدام الليزر لحرق جزء يصل إلى ٢ مللى ثم القطع فى الجزء المتليف بأقل كمية من النزف.

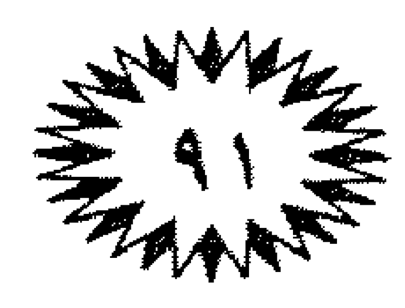
ويظل عيب الليزر فى جراحات الكبد كامنا فى كونه ـ مثله مثل الطرق العادية كجهاز الكى العادى أو المشرط الجراحى- لا يمكن التمييز به بين التراكيب المرارية (الصفراوية) والأوعية الدموية داخل كتلة الكبد النسيجية، لكن بالرغم من ذلك فإن الليزر يبشر بإمكانيات أفضل فى المستقبل فى مجال جراحات الكبد، ويحتاج إلى العديد من الدراسات المكثفة.

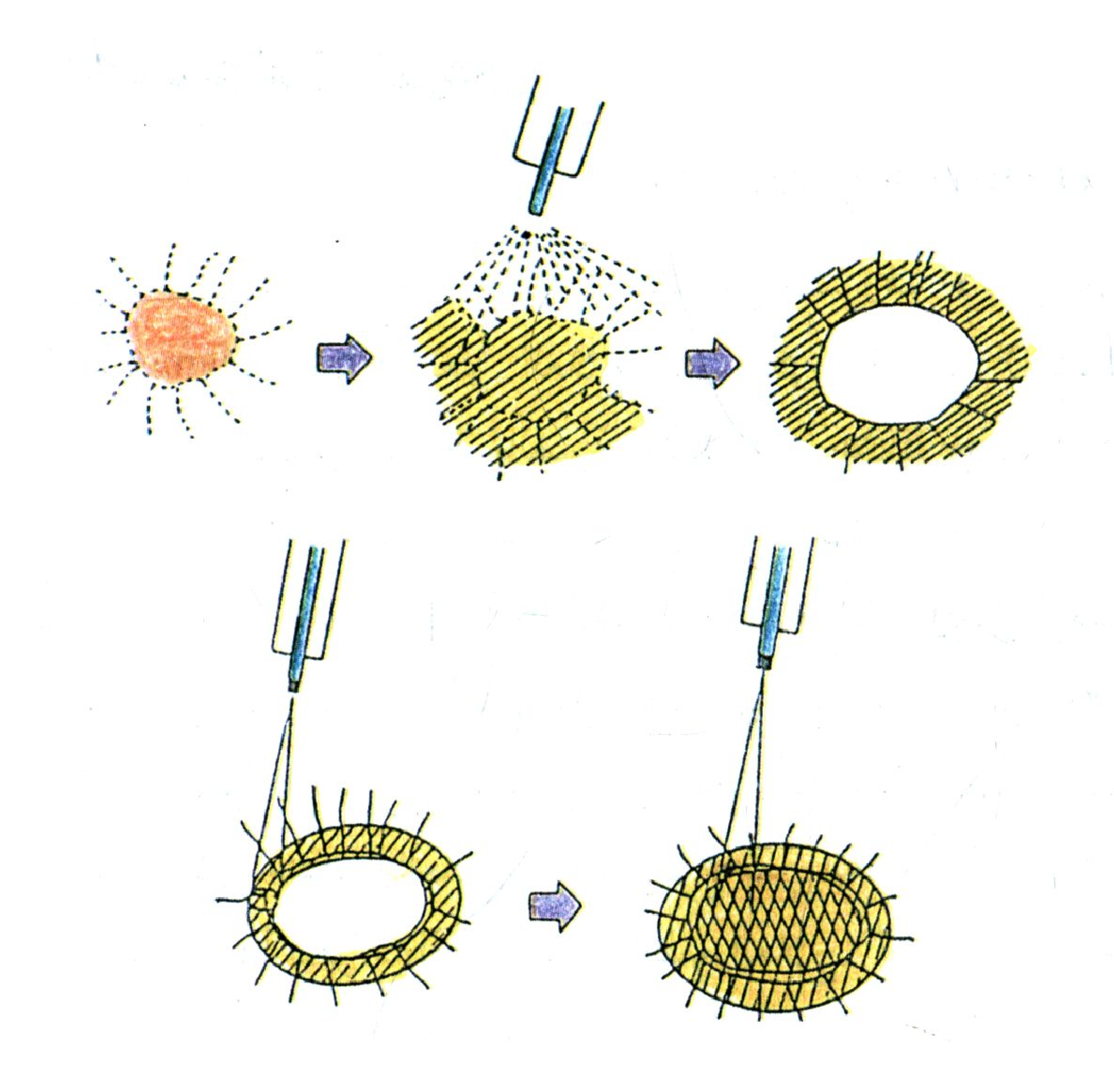


٨-٥ الـ PDT برنامج لعلاج السرطان:

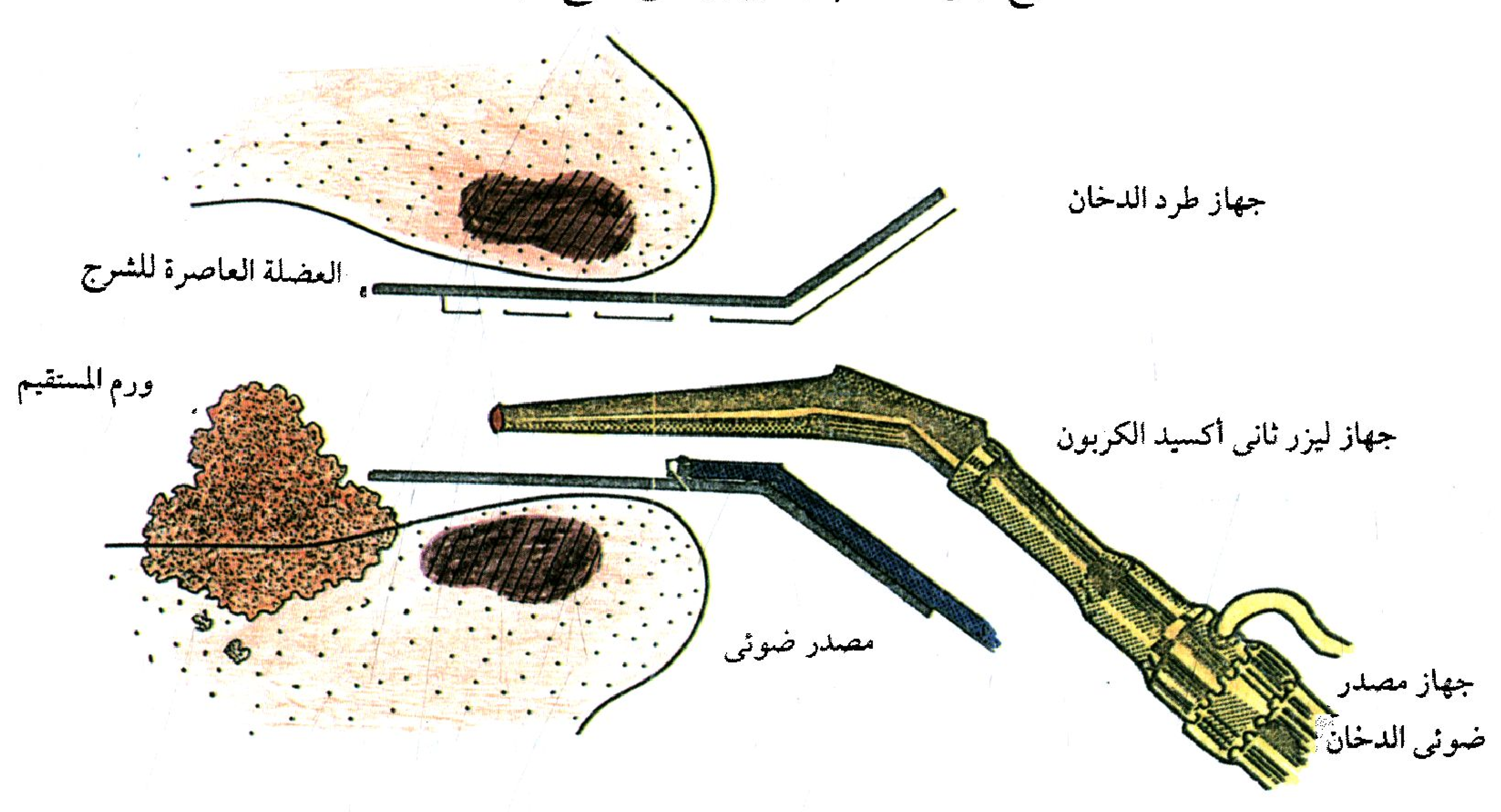
PDT cancer Treatment program :

كلمة PDT هى كلمة أوائلية تتألف من الحروف الأولى للأصل الإنجليزى Photo Dynamic Therapy وتعنى العلاج الديناميكى الفوتونى (الضوئى). والـ PDT شكل من العلاج الكيميائى المُنشط بالضوء chemo therapsy light- activated. وفى هذه الطريقة من العلاج يُعطى المريض عقارا سريع التأثر بالضوء Photosensitizing حيث يميل هذا العقار نحو التراكم فى الأنسجة السرطانية. وليس للعقار تأثير يُذكر ما لم يتم تنشيطه بواسطة الضوء. ويتم نقل الضوء بواسطة منظار من خلال ألياف ضوئية ليُنشط العقار الحساس للضوء فى الأماكن التى يجب علاجها فقط. وبالتالى فإن التنشيط الضوئى يُسيطر على منطقة العلاج . هذا النوع من العلاج الكيميائى يحمل سمة جراحية لكونه موجهاً نحو منطقه مُعينه (منطقه العلاج) أكثر من كونه علاجاً للأورام (موجه بطريقة منتظمة لأماكن غير معروفة).

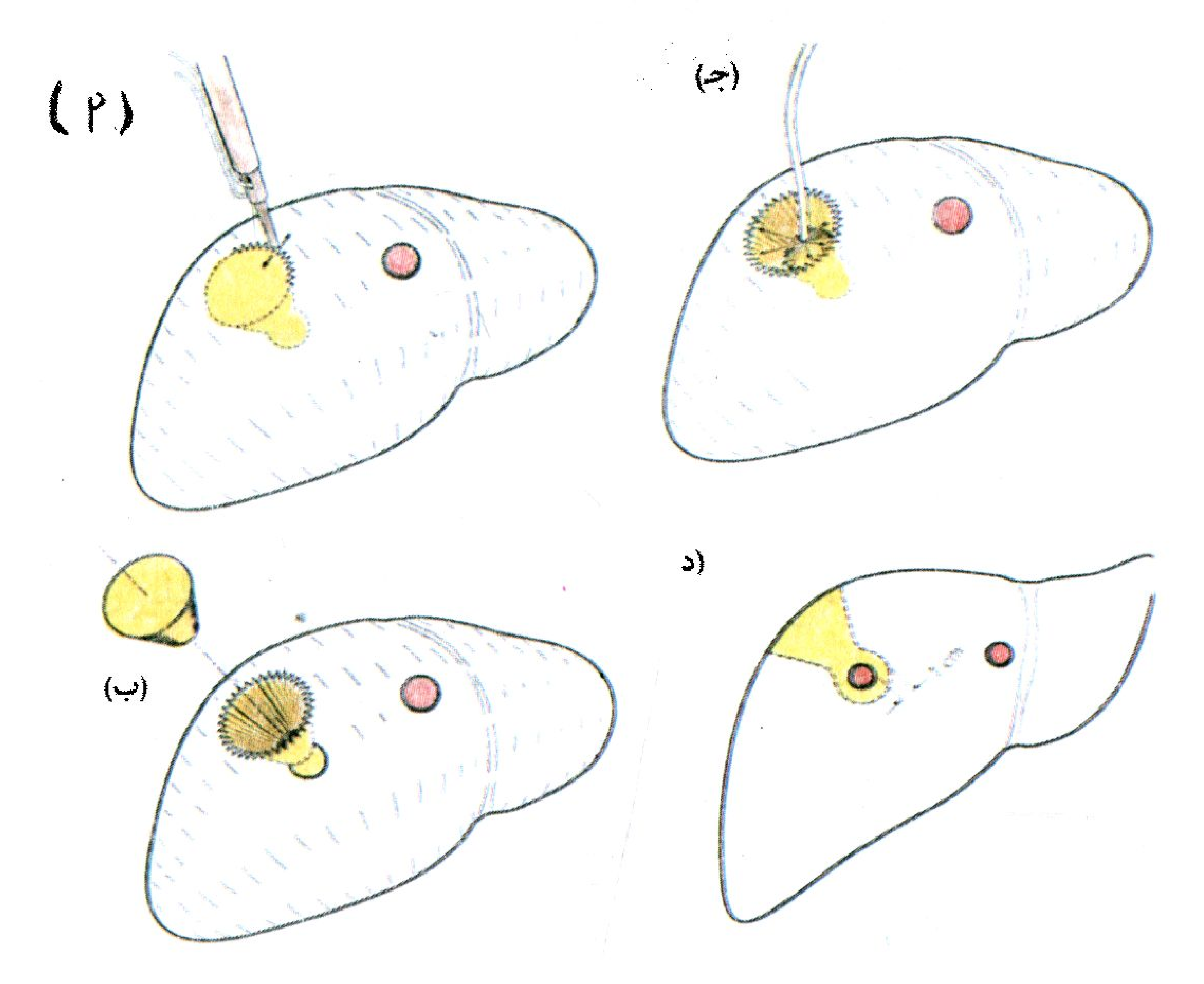




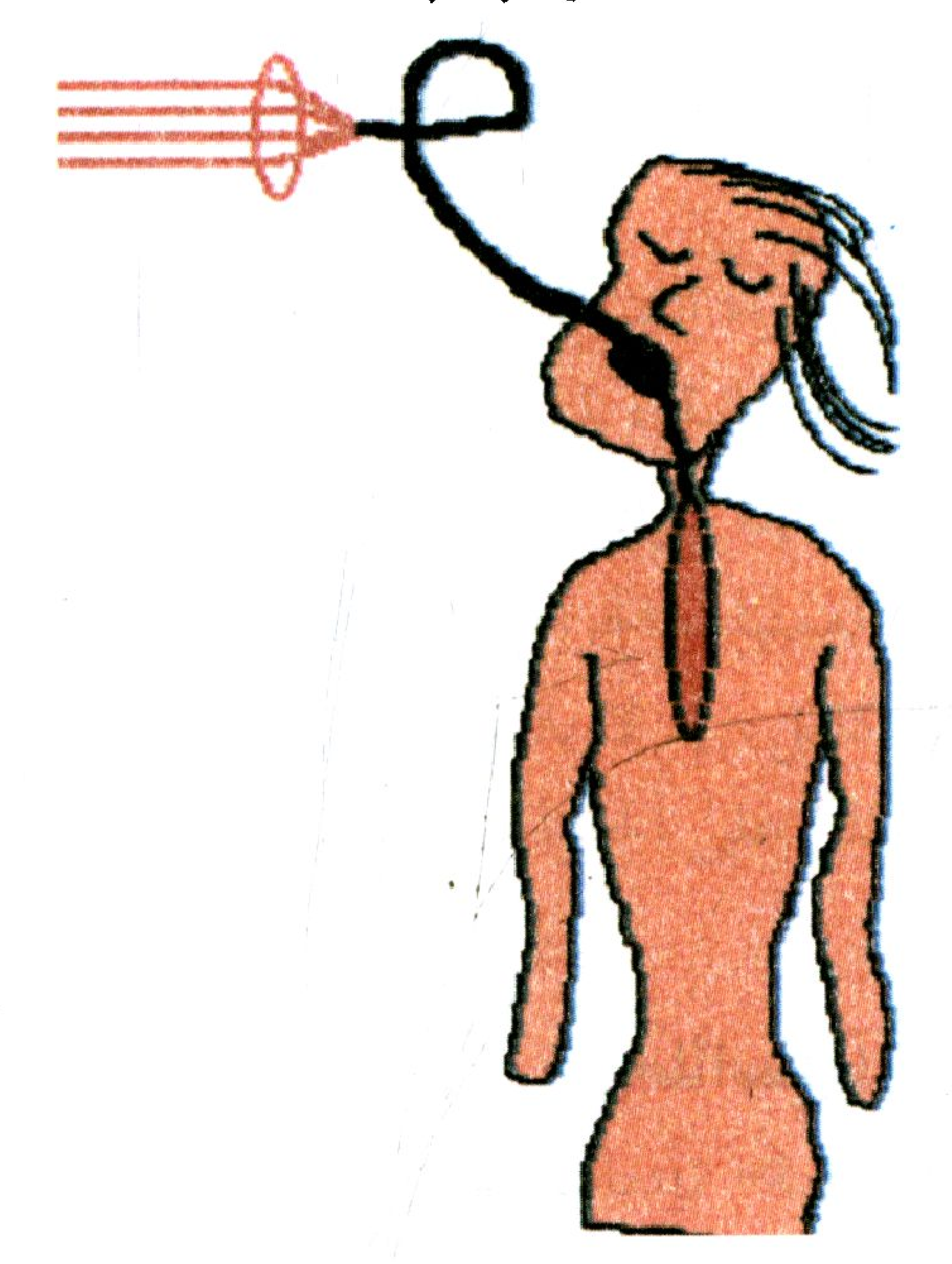
شكل (٥٥) علاج سرطان المعدة مبكرا جدا عن طريق
تشعيع الجزء المصاب بالليزر يعطى نتائج جيدة



شكل (٥٦) استئصال ورم بالمستقيم باستخدام
جهاز ليزر ثانى أكسيد الكربون



شكل (٥٧) رسم يبين طريقة استئصال أحد الأورام
العميقة بالكبد



شكل (٥٨) رسم تخطيطى لإدخال الضوء داخل الجسم



الفصل التاسع

استخدام الليزر فى الجراحة العامة

شهـدت السنوات الأخيرة تفـوقاً ملحوظاً فى مـجال استـخدام أشعـة الليزر فى الجراحـة، فقد تمكن العلمـاء من اختراع جـهاز أطلقوا علـيه «مبضـع الليزر» ، يُمكن الطبيب الجراح من استخدام أشعة الليزر بخـواصها الفريدة فى إجراء العمليات الجراحية بنفس الكفاءة التى يستعمل بها المبضع المعدنى.

ويتكون المبضع الليزرى من جهاز لتوليد أشعة الليزر، ذات طاقة منخفضة، حيث تتخلل ذراعاً معدنيّاً مفرغاً، يتـصل بسلاح دقيق يشبه المبضع العادى للجراح. وبواسطة عدسة خـاصة مثبـتة فى بداية المبضع، يمكن جمع حـزمة أشعة الليزر، وتـركيزها عند الطرف وإجراء العمليات الجراحية بها. ويتميز المبضع الليزرى بأنه مرن، ويمكن تحريكه إلى أى مدى يريده الجراح، كذلك يـمكن توصيله بمجهر إلكترونى للعمليـات الجراحية البالغة الدقة.

ويرجع السـبب فى تفضـيل إجراء العـمليات بـالمبضع الليـزرى، إلى أنه يمكن الطبيب من فـتح الجرح فى جزء من الثـانية ، ثم يغلقه دون ألـم ، وكذلك يمنع تدفق الدماء للخارج. أما المبـضع العادى؛ فإنه يترك أطراف الأوعية الدمـوية المفتوحة تنزف، ويُعد عدم تدفق الدماء أثناء إجراء العمليات الجراحية الدقيقة أمراً بالغ الأهمية، وكذلك يعتبر المبضع الليزرى معقماً بشكل كامل، إذ لا يلامس جسم المريض أى جزء من جهاز توليد الليزر، بل الأشعة فقط، ويطلق على الجـراحة باستخدام المبضع الليزرى اصطلاح "الجراحة بدون دماء".

٩-١ الإرقاء Hemostasis أو وقف (نزيف الدم):

تستـخدم طاقة الليـزر -وبخاصة- ترددات ليـزر الأرجون فى وقف نزيف الدم. فعند استخـدامها تؤدى إلى انفجار كرات الدم الحمراء، وتحطم الصـفائح الدموية حيث تبدأ علية تعـاقبية Cascade لتجلط الدم. ويؤدى عطب الخلايا الـطلائية المبطنة للوعاء الدموى النازف، وتخثـر البروتين وانكماشه، بالإضافة إلى التـورم الحاصل حول الوعاء الدموى إلى إغلاق الوعاء الدموى النازف.

وباستخدام ليزر ثانى أكسيد الكربون يمكن لحام الأوعية الدموية حتى قطر ١ مم، ويؤدى ذلك إلى تسهيل الجراحة فى بعض العمليات التى تكثر فيها الأوعية الدموية النازفة.

وفى الماضى كانت هناك صعوبة فى إجراء عمليات جراحية لمرضى نقص الصفائح الدموية سواء المكتسب نتيجة العلاج الكيماوى أو غير معروف السبب. وأصبح من الممكن الآن إجراء جراحات لمرضى الهيموفيليا مع قلة الحاجة لعامل VIII المساعد على تجلط الدم والذى ينقص فى مرضى الهيموفيليا.

ولقد استخدم ليزر النيوديميوم-يتريوم-ألومنيوم جارنت (الياج) فى وقف النزيف فى ٨٢٪ من الحالات الإصابة بخلل الأوعية الدموية Angio Dysplasia فى الجهاز الهضمى العلوى والسفلى مع وجود مضاعفات طفيفة فى حوالى ١٠٪ من مجموع الحالات المعالجة.

أما احدث الدراسات التى أجريت بجهاز ليزر (الياج) فهى استخدامه فى وقف النزيف الناتج عن قرحة المعدة عن طريق المنظار، ولقد حققت هذه المحاولات نجاحات كبيرة مع بدايتها فى أوائل الثمانينات فى العديد من العينات العشوائية. وتستخدم العديد من المراكز الطبية الآن التبخير الليزرى كخيار ثالث، بعد عمليات نقل الدم لفترة طويلة والجراحات المعقدة لوقت نزيف الجهاز الهضمى عندما تفشل الطرق الدوائية فى العلاج.

٩-٢ التئام الجروح:

لوحظ عند استخدام الإشعاع الليزرى المنخفض القدرة (الخرج) Low Out Put Laser أنه ينبه عملية التئام الجروح. وعند دراسة الجروح بالميكروسكوب الإلكترونى لوحظ زيادة نشاط الخلايا المعرضة لليزر الياقوت بنسبة ٥٣٪ عن الخلايا التى يتم تعريضها لليزر.

ولقد قام د/ ماستر بدراسة التحولات الأنزيمية فى المراحل الأولى لعملية التئام الجروح فلاحظ زيادة نشاط تلك الأنزيمات عن غيرها فى الجروح التى لم يتم تعريضها لأشعة الليزر.

ولا تزال هذه التجارب فى المهد رغم المحاولات المكثفة لدراستها من قبل الأطباء، ولا يخفى ما لهذه المحاولة من مضاعفات ومحظورات حيث لا تتعدى هذه التجارب حيوانات المختبرات حتى الآن، فقد تسبب حدوث الإجهاض عند تعرض نقاط معينة فى الجسم للإشعاع الليزرى، ولا أحد حتى الآن يستطيع أن يحدد تأثير هذا الإشعاع الليزرى المنخفض الكثافة على أنسجة الأورام.

ويحذر استعمال الليزر منخفض الخرج فى اتجاه يأفوخ Fontanell (جزء من الجمجمة تلتقى عنده مجموعة من العظام المختلفة) الأطفال فى مرحلة النمو. كذلك يحذر استعمال منخفض الخرج مع هؤلاء المرضى المفرطين فى الحساسية الضوئية للجلد، أو الذين يتناولون علاجات تزيد الحساسية الضوئية.

٩-٣ جراحات الثدى:

يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون بكفاءة لأخذ عينات من الثدى وفى استئصال الأورام الحميدة والخبيثة على السواء. وتتميز جراحات الليزر فى هذه الحالات بإمكان إجرائها فى وقت قياسى وتحت مخدر كلى أو موضعى.

ولا تتأثر العينات التى تستأصل بواسطة الليزر. بمعنى أن الأنسجة تظل كما هى ويمكن اكتشاف مستقبلات الإستروجين Estrogen Receptors فيها بواسطة الفحص الميكروسكوبى.

والآن اصبح بالإمكان استخدام الليزر فى علاج خراج الثدى المزمن Chronic Beast Abscess حيث من الممكن إزالة أو استئصال كل الأنسجة المريضة كذلك الحال استئصال الثدى الجذرى (الكامل) Radical Mastectomy باستخدام ليزر ثانى أكسيد الكربون حيث يتم استئصال جميع العقد الليمفاوية المحيطة بالثدى والإبط.

وقد لخص د/ أرسابللى مميزات الليزر فى حالة جراحات الثدى فى الآتى:

(أ) أثناء الجراحة:

١- يتوقف وقت الجراحة على كفاءة الجراح.

٢- جفاف مكان الجراحة حيث تسهل مهمة التعرف على الأنسجة الحيوية الهامة التى ينبغى الحفاظ عليها.

٣- لا توجد صعوبات أثناء الجراحة كما يحدث مع الطريقة العادية.

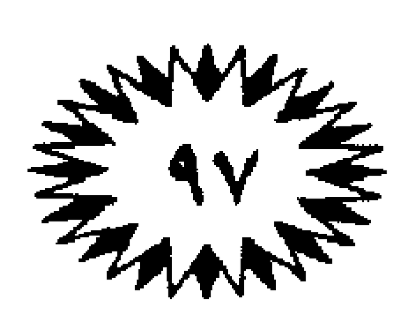
(ب) بعد الجراحة:

١- تقل تماما كمية الصرف من الجرح سواء السوائل أو المختلطة بالدم أو بسائل اللمف Lymph، ولا يحتاج الجرح إلى أنبوب للتصرف كما يحدث فى الجراحة التقليدية.

٢- لا تحتاج المريضة فى الغالب إلى مسكنات بعد الجراحة.

٣- لا تتأثر وظائف الذراع على الإطلاق.

٤- لا تحدث التهابات بالجرح.

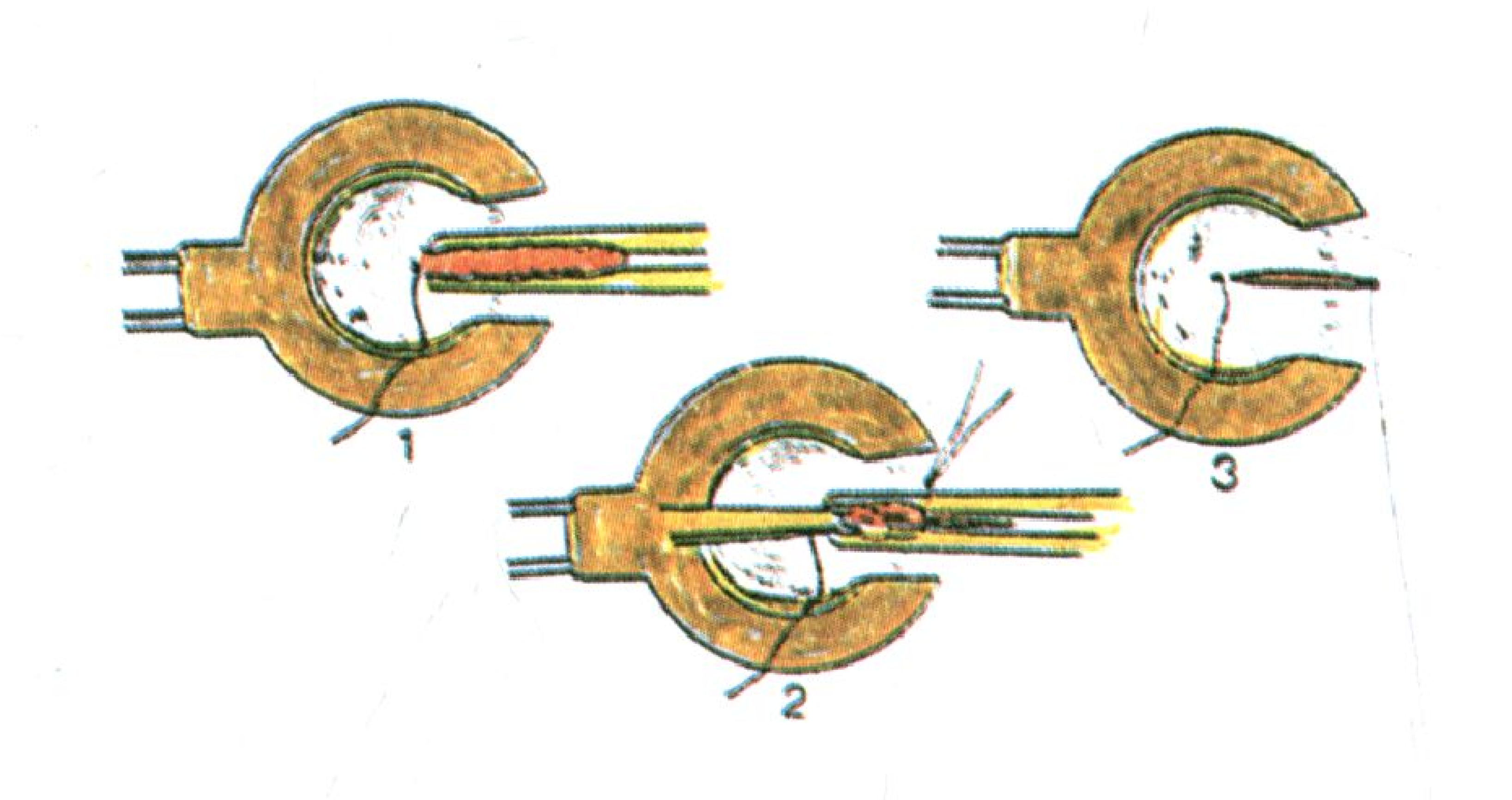


٩-٤ علاج البواسير بالليزر:

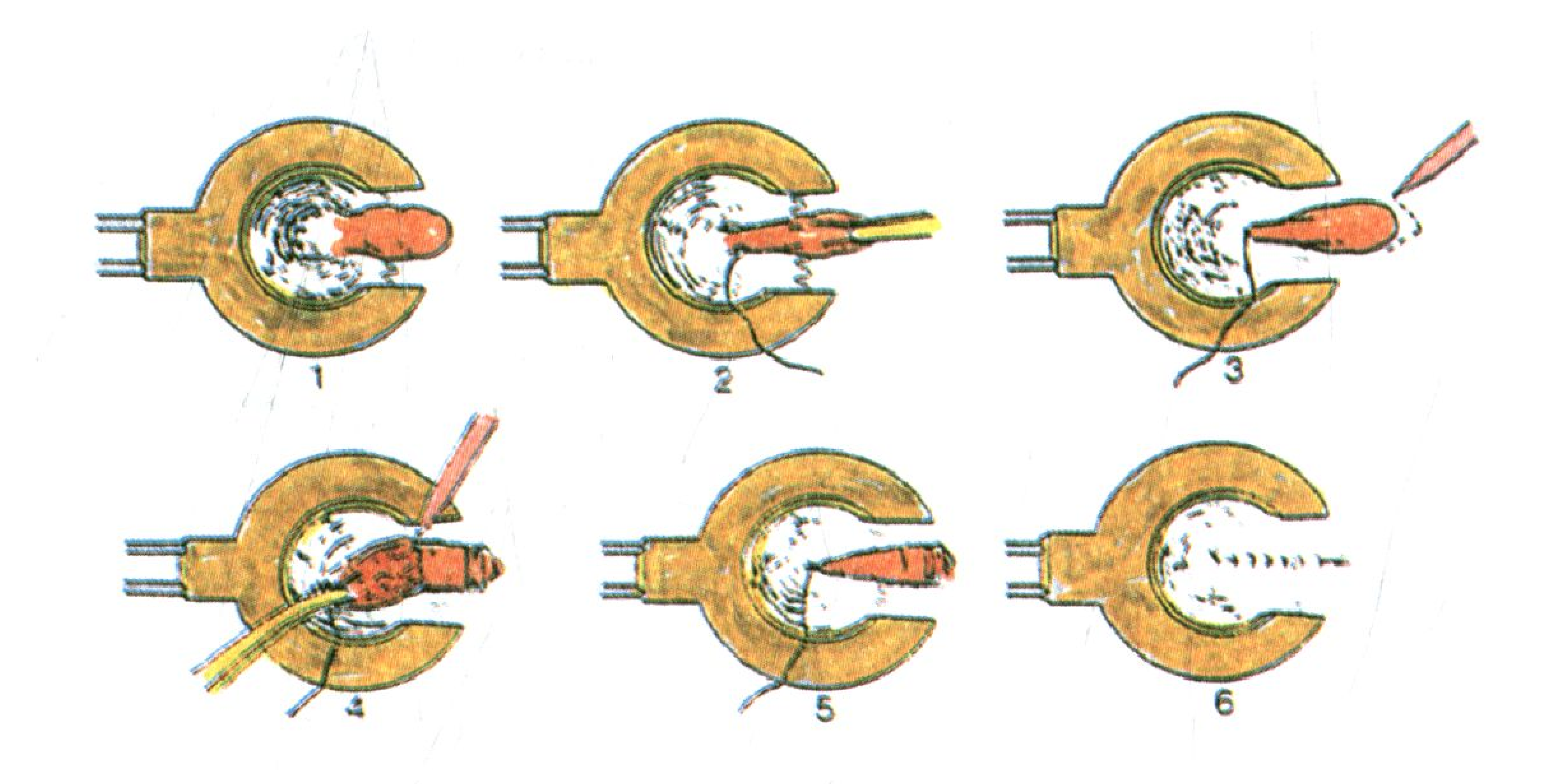
Laser haemorrhoidectomy:

استخـدم د/ إندرز فى عام ١٩٩٤ جهاز الليـزر فى علاج البواسير الشـرجية بجمـيع درجاتها وسجل أعلى مـعدل لمجموعـة من الحالات المعالجـة بواسطة الليزر فى اليـابان حيث تم عـلاج ١٨١٦ حالة باسـتخـدام ليـزر ثانى أكسـيد الكربون، أمـا فى الولايات الأمريكيـة- فيتم إجـراء نحو ١٥٠٠٠٠ حالة سنويا بمتـوسط ٥ أيام بقاء فى المستشفى بـالجراحة التقليدية. أما الحالات التـى أجريت بواسطة الليزر فقد تم متـابعتها بالعيادة الخارجية لمدة ٦ أشهر وتبين عدم وجود مضاعفات، وخلو المرضى من الأعراض وعدم الشكوى من ضيق الشرج.

ولعل أهم ما يميز الليزر فى علاج البواسـير الشرجية هو الإقلال من حدة الآلام بعد الجراحـة مقارنة بالأسلوب التقليدى، وهذا مـا يؤكده المتحمسـون لهذا التكنيك من جمهور الأطباء.



(أ) استئصال البواسير الشرجية بليزر ثانى أكسيد الكربون



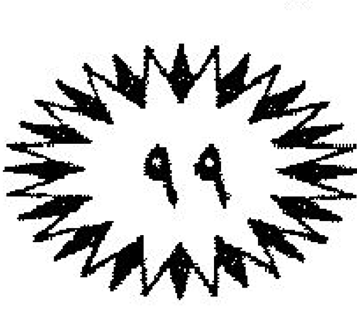
(ب) استئصال البواسير بليزر الياج

شكل (٥٩)

٥-٩ جراحات الجهاز المرارى Biliary Surgery:

شكل (٦٠) فكرة علاج حصوات المرارة باستخدام الليزر

شكل (٦١) تفتيت حصوات القنوات المرارية بواسطة المنظار المرتجع بالليزر



استئصال الحوصلة المرارية Laser Cholecystectomy:

فى عام ١٩٨٨ استخدم د/ ماكرنان ود/ ساى لأول مرة جهاز الليزر لتشريح الحوصلة المرارية من مخدعها فى الكبد، ونشرت النتائج التى سجلت من الحالات الست التى تم إجراء الجراحة لها عام ١٩٨٩.

ومنذ هذا التاريخ اعتمد الليزر فى العديد من المراكز الجراحية فى إنجلترا لهذا الغرض، ومن مميزات هذا التكنيك... قصر مدة الإقامة فى المستشفى بعد الجراحة مما يقلل من تكاليف العلاج بالإضافة إلى قصر مدة النقاهة.

ويعتبر استئصال الحوصلة المرارية باستخدام المنظار الجراحى من التقنيات الجراحية الجديدة التى شاعت خلال العقد الأخير، وباستخدام الليزر يتم تشريح الحوصلة المرارية من مخدعها فى الكبد بأقل ضرر للأنسجة المحيطة بها مقارنة بجهاز الكى العادى الذى يتخلف عنه دخان يحجب الرؤية عبر الكاميرا وقد يسبب التلف لأنسجة الكبد المحيطة أثناء تشريح المرارة.

تفتيت الحصوات المرارية بالليزر Laser Lithotripsy:

سجل العالم ديكسون فى عام ١٩٨٣ إمكانية تفتيت حصوات القنوات المرارية بواسطة استخدام ليزر النيوديميوم-ياج.

ويتم ذلك عن طريق المنظار، بحيث يصل المنظار -الأم- من الفم إلى بداية القنوات المرارية فى الجزء الثانى من الاثنا عشر، ويخرج من إحدى فتحاته منظار أصغر -الابن- إلى داخل القنوات المرارية ويمرر شعاع الليزر من خلاله نحو الحصوات.

ويعيب هذا النظام ارتفاع سعره وصعوبة استخدامه بحيث لم تخرج هذه التقنية عن معامل الأبحاث وبيوت حيوانات التجارب حتى الآن.

٩-٦ جراحات الرأس والعنق:

Head and Neck Surgery:

تعد نتائج استخدام المشرط الخزفى لليزر النيوديميوم-ياج فى جراحات الرأس والعنق من الجراحات المبشرة نتيجة للدقة المتناهية والتحكم فى قطع ووقف النزف،

بحيث يوفر للجراح الأمان وعدم الخوف من نزيـف الأوعية الدموية الدقيقة، فى الوقت نفسه يتم تركيز الطاقة الحرارية الناتجة فى بؤرة دقـيقة بحيث يسهل التعرف على الأوعية الدموية والأعصاب بأمان تام.

ويؤكد العـديد من الجراحـين أن الأوعية الدمـوية حتى قطر ١ مم يمكن قطعـها بدون نزف عن طريق مرور مشرط الليزر فوقها.

وعلى الرغم من أن عـملية القطـع بمشرط الليـزر تحتـاج لوقت أطول من الطرق التقليدية إلا أن إجمـالى وقت الجراحة يقل كنتيجة لقلة النزف الذى يـمثل دائما مشكلة تؤرق الجراح.

ولعل أهم ميـزة تم ملاحظتها لليـزر النيوديميوم-ياج فى عـمليات الرأس والعنق هى قلة النزف بحيث يندر أن يحتاج المريض إلى عملية نقل دم التى قد تؤدى فى بعض الأحـيـان إلى العديد مـن المشكلات الصـحيـة للمـريض، ومـا زال اسـتخـدام ليـزر النيوديميوم-ياج فى جراحـات الرأس والعنق يحتاج إلى العديد من الأبحاث لإثراء هذا المجال.

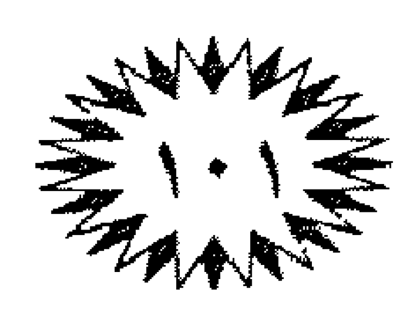
٩-٧ فى جراحة القلب والصدر:

Cardiothoracic Surgery:

يستخدم الليزر فى العديد من جراحـات الصدر والقلب مثل عادة التروية الدموية لعضلة القلب Cardiac Revascularisation وتتميز هذه الطريقة بالسهولة وقلة الضرر إلى الأنسجة المجاورة.

ويسـتـخدم لـيـزر ثانى أكسـيد الكربون فى اسـتـئصـال ورم بانكـوست Pancost Tumor وجدار الصدر.

وما زالت استخدامات الليزر فى مجال جراحة الصدر والقلب فى المهد وإن كانت النتائج مشجعة. والأمر فى المستقبل سوف يختلف كثيرا مع ثورة التقدم فى مجال الليزر وما يواكبها من تقدم فى تكنولوچيا نقل الليزر عبر المناظير الضوئية.

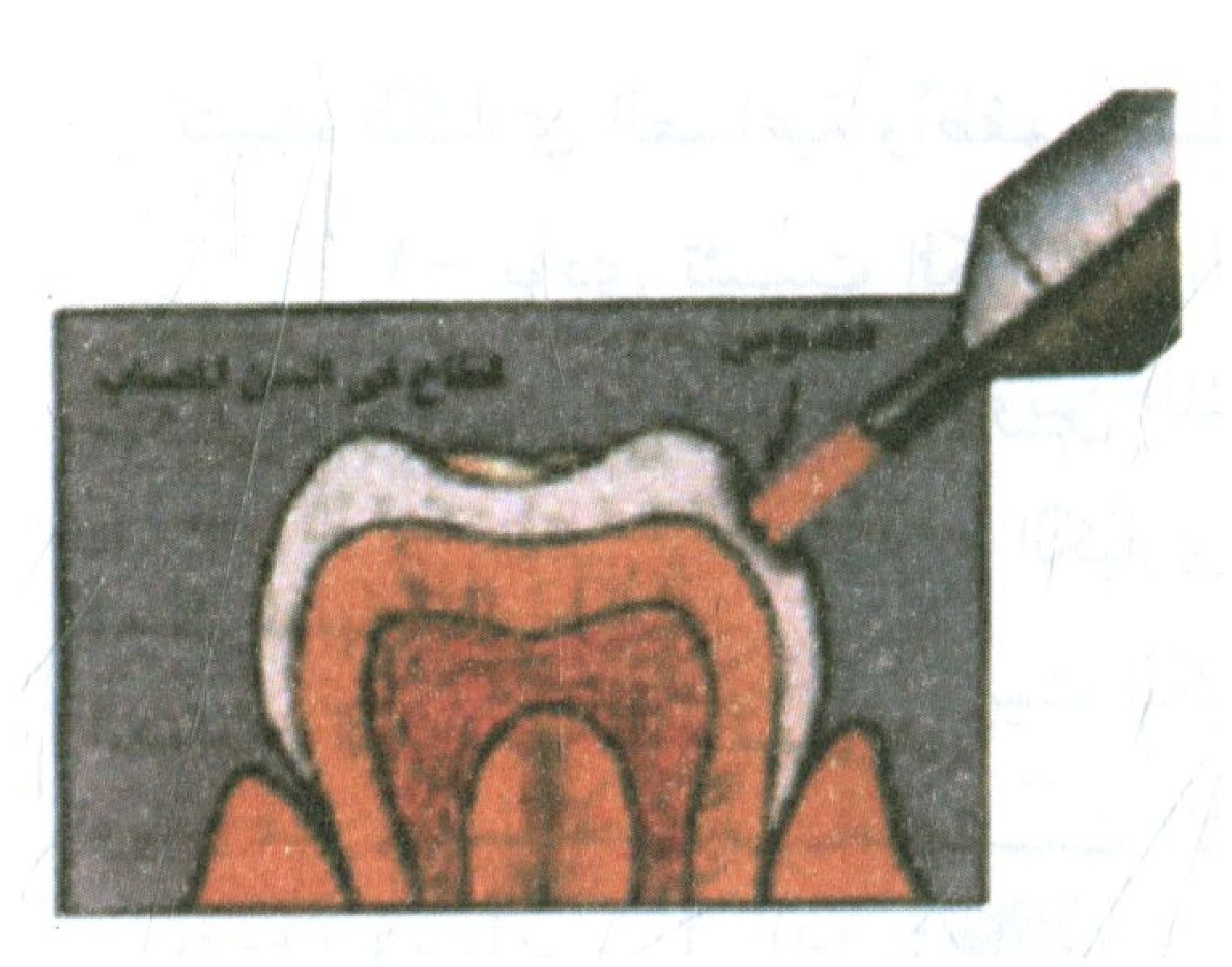


الفصل العاشر

استخدام الليزر في مجالات طبية أخرى

١٠ - ١ استخدام الليزر فى علاج الأسنان:

استخدمت أشعة الليزر أيضاً فى معالجة الأسنان المصابة بالتسوس، وذلك عن طريق توجيه شعاع الليزر إلى مكان التسوس لحرقه، ومن ثم منعه من القضاء على السن تماماً. ويعتمد شعاع الليزر فى هذا على طاقته العالية، وسهولة توجيهه إلى الأماكن الدقيقة، وحيث إن هذه العملية لا تسبب ألماً، إذ إن الطبيب لا يستخدم أى تخدير موضعى، وكذلك فإن المناطق السوداء فى الأسنان (أى المصابة بالتسوس) هى التى تمتص أشعة الليزر، ومن ثم تبقى دون أن تتأثر، وتستخدم أشعة الليزر أيضاً فى تثقيب الأسنان والضروس بغرض حشوها, وكذلك لتثبيت أطقم الأسنان الاصطناعية.



شكل (٦٢) شعاع ليزر موجه لمكان التسوس

يستخدم أطباء جراحة الفم والأسنان أجهزة الليزر فى علاج أمراض الأسنان، وخصوصا ليزر النيوديميوم-ياج النبضى، حيث أصبح الآن من الممكن الاستغناء عن إبر التخدير وآلة الحفر والمشرط الجراحى فى كثير من الحالات. ويتميز علاج الأسنان بالليزر ما يلى:

١- القضاء على الألم الذى يصحب كثيرا من أمراض الأسنان أثناء المعالجة أو بعدها.

٢- تطهير وتعقيم الأسنان والضروس.

٣- إزالة النخر والتسوس فى معظم الأحيان دون استعمال آلة الحفر المؤلمة.

٤- الاستغناء فى معظم الأحيان عن استعمال إبر التخدير التى تسبب خوف المرضى من التردد على طبيب الأسنان.

٥- إزالة حساسية أعناق الأسنان.

٦- جعل طبقة الميناء والعاج المعالج بالليزر مقاومين للتسوس والنخر مستقبلا.

٧- معالجة الجيوب اللثوية بدون نزيف أو آلام.

٨- لا ينتج عن استعمال الليزر أى تأثير سلبى على لب السِّنة أو الأنسجة المحيطة بها على الإطلاق.

٩- يستخدم الليزر أيضا فى تثبيت كبارى الأسنان أو وصلات الأسنان Dental Bridge.

١٠- تثبيت أطقم الأسنان الصناعية.

لقد استمر سنوات عديدة لحام كبارى الأسنان بواسطة الذهب والمواد النفيسة الأخرى، الأمر الذى كان يزيد من تكلفة العملية، ويتطلب وقتا طويلا، بالإضافة إلى مشكلات عديدة فى تثبيت الكبارى بلثة الأسنان. حتى أمكن استخدام أشعة الليزر فى تثبيت الكبارى الصناعية وأطقم الأسنان الصناعية فى اللثة والذى يحقق المميزات التالية.

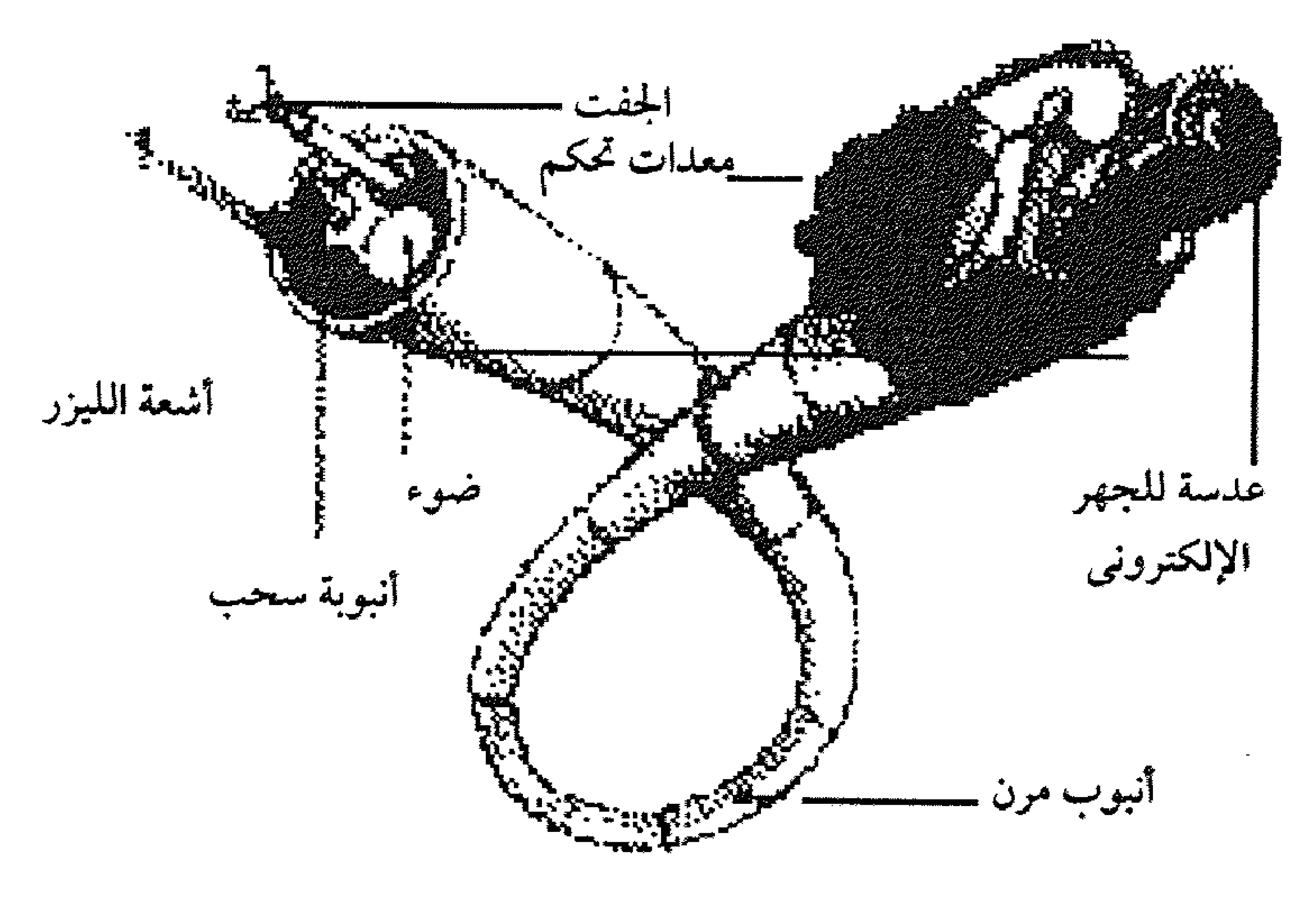
١- يؤدى تثبيت الكبارى والأطقم الصناعية بواسطة الليزر إلى قوة وثبات فى الوصلات بين بعضها وبينها وبين اللثة.

٢- توفير زمن تصنيع الكبارى والأطقم يصل 10^{15} مرة.

٣- الدقة التامة فى تثبيت الكبارى والطقم بواسطة أشعة الليزر.

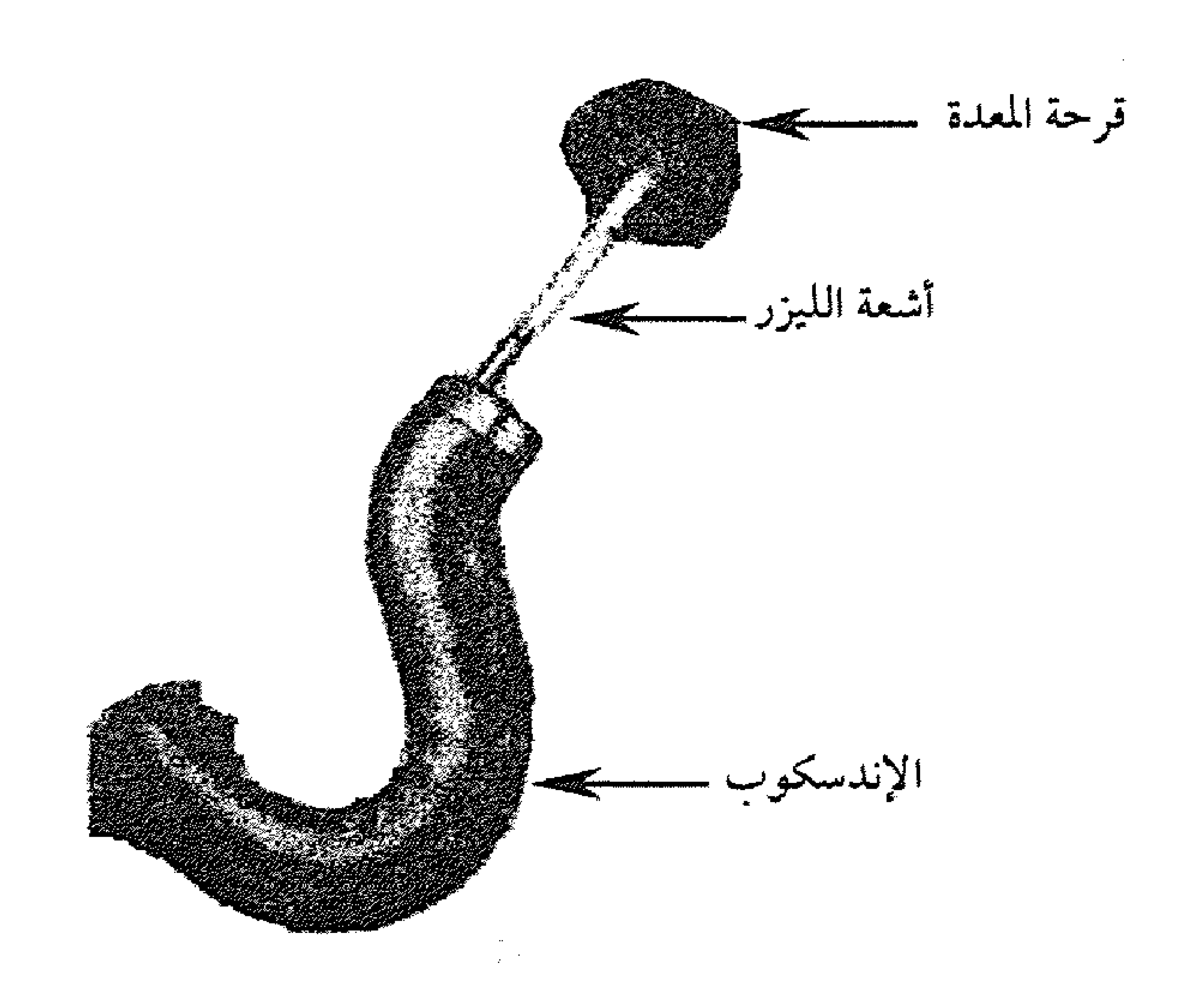
٤- إتمام عملية تثبيت الأطقم والكبارى من المرة الأولى دون الحاجة إلى استشارات أخرى أو المتابعة المستمرة مقارنة بالطرق الأخرى.

١٠-٢ استخدام الليزر فى علاج الأمراض الباطنة:



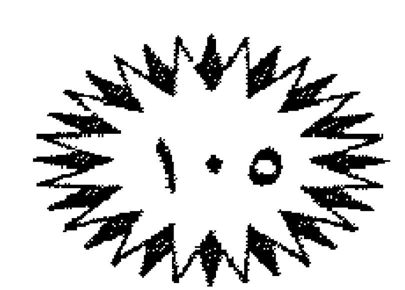
شكل (٦٣) الإندسكوب (المجواف)

أمكن استخدام أشعة الليزر فى علاج الأمراض التى تصيب المعدة وخاصة قرحة المعدة، ويتم ذلك عن طريق إطلاق أشعة الليزر من جهاز يطلق عليه اسم " الاندسكوب" أو " المجواف" إذ إنه يستخدم أنبوباً لفحص الجزء الداخلى من أى عضو أجوف فى الجسم " كالمعدة ". ويتكون جهاز "الإندسكوب" من مجموعة من الألياف البصرية (كابلات ليفية مصنوعة من السيليكا والزجاج النقى ويستخدم فى نقل المعلومات بواسطة أشعة الليزر)، وأنابيب دقيقة توضع معاً فى كابل، فى سمك الإصبع البشرى، ومن ثم يمكن أن يمر من حنجرة المريض، دون أن يسبب أى مضايقة له، وهناك أنابيب دقيقة إضافية، لتوفير الهواء والماء ، والقيام بعملية الامتصاص لتنظيف المكان الذى تعمل به أشعة الليزر (غالبا ليزر الأرجون) وكذلك يوجد فى الطرف "جفت " وهو يستخدم فى الجراحة لالتقاط الأشياء الدقيقة.



شكل (٦٤) معالجة قرحة المعدة بالإندسكوب

وقرحة المعدة عبارة عن شرايين تنزف فى داخل المعدة، ويمكن لأشعة الليزر شفاء هذه القرحة، بتسخين نهايات الشرايين ولحام الجزء الذى ينزف الدم. وتترك عملية اللحام ندبة صغيرة تتكون فوق مكان التسخين ، وفى هذه الحالة لا تتأثر الأنسجة السليمة المحيطة بالقرحة ؛ لأن أشعة الليزر تتركز بدقة على مكان النزيف، وكذلك يمكن استخدام أشعة الليزر فى إزالة الأورام ، والحصى ، والأكياس الدهنية الصغيرة التى تنمو على الأعضاء الداخلية فى جسم الإنسان ، وأيضاً تنظيف شرايين القلب من الترسبات الدهنية التى قد تعوق سريان الدم فيها.



١٠-٢ - ١ استخدام الليزر فى وقف نزف الجهاز الهضمى:

Gastrointestinal Bleeding:

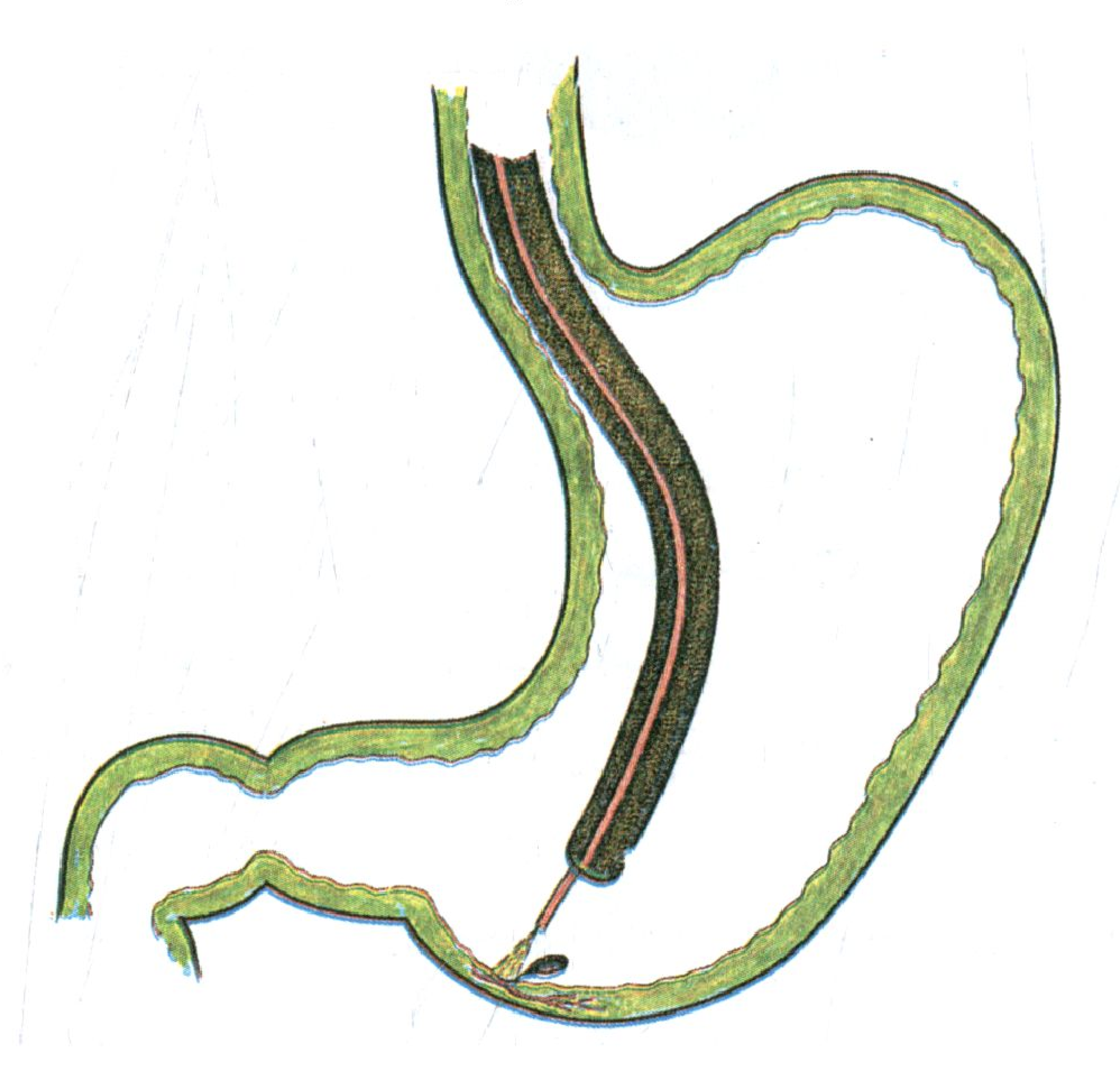
فى منتصف السبعينيات تم استخدام الليزر فى وقف النزيف الناتج عن عدد من المشكلات الطبية فى الجهاز الهضمى مثل التهاب الغشاء المبطن للمعدة Gastritis ودوالى المرىء Oesophageal Varices وقرحة المعدة Gastric Ulcer.

وتؤكد التقارير فى بداية الثمانينيات أن استخدام ليزر النيوديميوم-ياج يمكن أن يودى إلى وقف النزيف فى ٧٥-٩٥٪ من الحالات مع وجود نسبة ٠-١٠٪ تمثل الحالات التى عاودها النزيف.

ويستطيع جهاز ليزر الأرجون كى الأوعية الدموية حتى قطر ١,٥ مم، أما ليزر النيوديميوم-ياج فيستطيع كى الأوعية الدموية حتى قطر ٢-٣ مم.

وتعتمد النتائج على مقدرة الجراح على إصابة مركز الهدف أو النقطة النازفة Red Spot بدقة وأن يتغلب على عدم ثبات مكان النزف نتيجة لحركة الحجاب الحاجز (التنفس) أو انقباض القلب وانبساطه، ويعتمد ذلك على خبرة الجرّاح وتركيزه.

وحديثا أصبح من الممكن إيقاف النزيف من الجهاز الهضمى السفلى عن طريق المنظار باستخدام الليزر، ويتميز الليزر فى هذه الحالات بأن بالإمكان رؤية النازف مباشرة باستخدام منظار القولون، وإيقاف النزيف بأقل الأضرار للمريض.

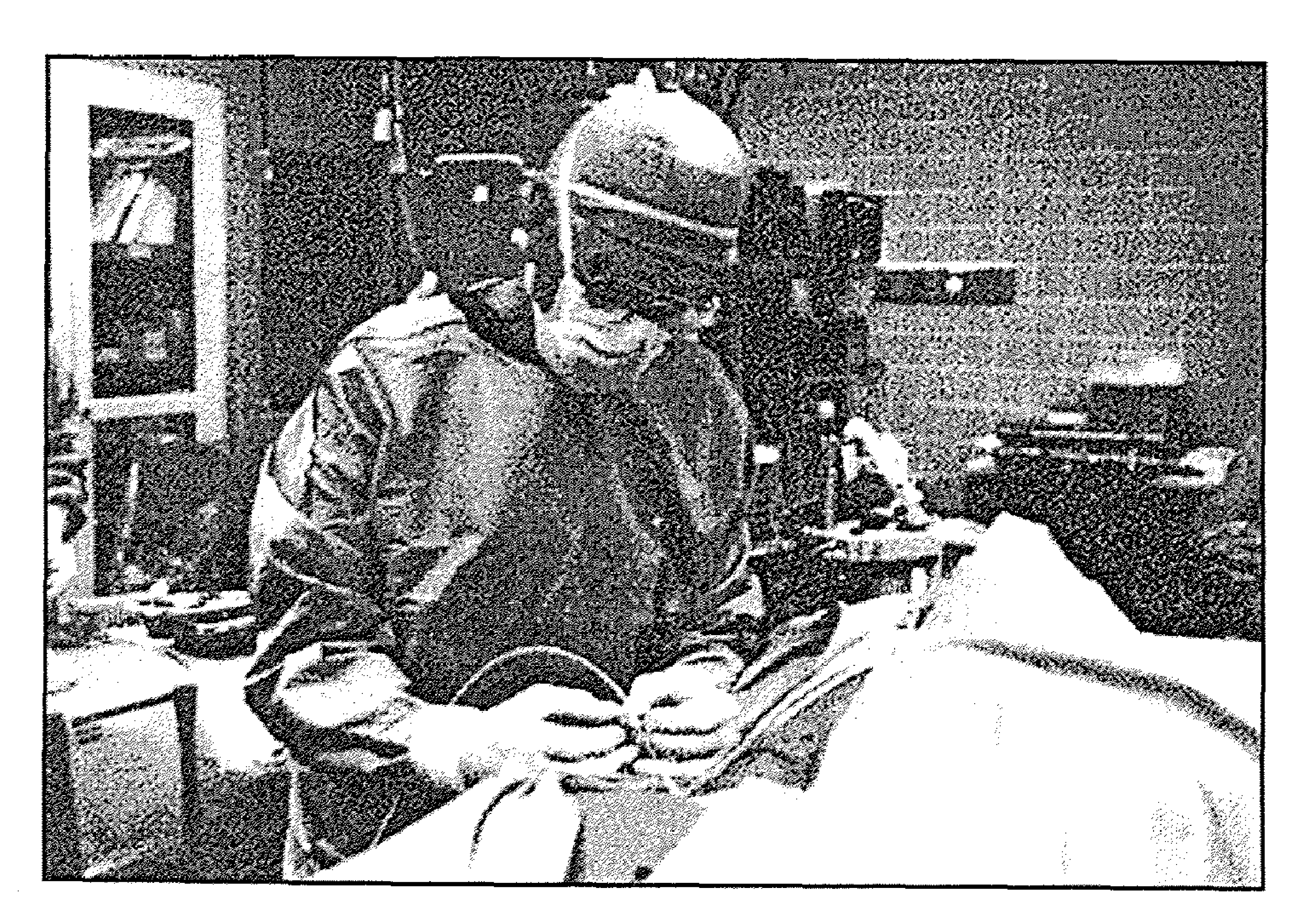


شكل (٦٥) علاج قرحة نازفة بالليزر

١٠-٣ طريقة بسيطة لمعالجة آلام "عرق النسا" :

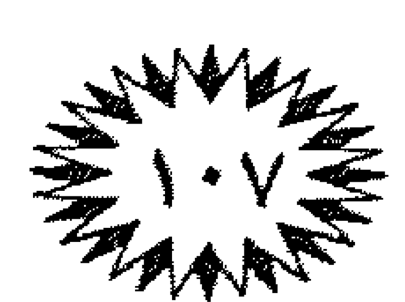
A simple method of relieving painful sciatica :

بعد حوالى ٣٥ عاماً من الجراحة التقليدية لمعالجة آلام الغضروف البارز bulging disc ، ظهرت للوجود طريقة بسيطة منذ عام ١٩٨٤م. وإذا كانت الآلام التى يعانى منها المريض تبدأ من الظهر وتنحدر للساق وكانت الاختبارات الطبية مثل التصوير بالرنين المغناطيسى MRI تظهر أن الفقرة بارزة وليست مكسورة فإن المريض يُصبح مُرشحاً لمثل هذا النوع من العمليات. وإذا أظهر فحص الأعصاب والتصوير بالرنين المغناطيسى أن الحالة تتضمن فقرة محتواة وليست مكسورة فقد تكون الإجابة هى إجراء عملية حذرة لتخفيف الضغط على الفقرة decompression.



شكل (٦٦) يوضح عملية تخفيف الضغط على الفقرة البارزة

وهناك طرق عديدة لوضع إبر فى الفقرة ولكن أبسطها هو وضع إبرة فى الفقرة بزاوية ٤٥ درجة باستخدام مادة النوفاسين وهو نوع من ألياف السليكون الضوئية يُمكن غرسه فى الفقرة. وعندما يتم ذلك، تتصل الليفة الضوئية بجهاز ليزر KTP532 ويتم



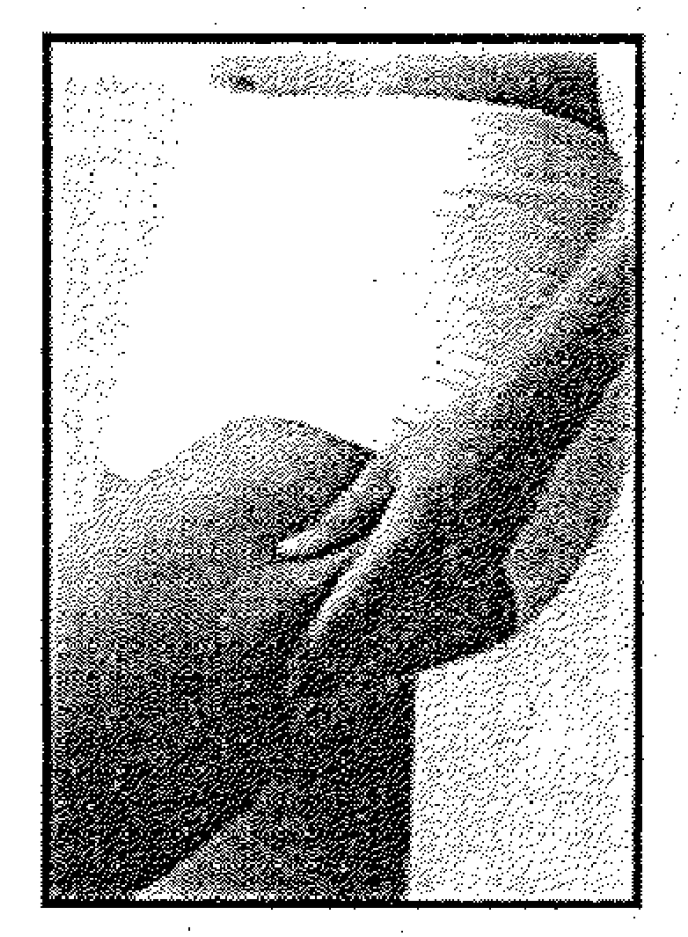
نقل الطاقة خلال الألياف الضوئية للفقرة، وينتج عن ذلك فقدان الماء وبعضٍ من الجزء المركزى للفقرة الذى يكون طبقاً (ليناً) ويستجيب للتشعيع بالليزر. ولا يوجد فى المنطقة المغروسة بها الإبرة أى بنية حيوية تكون خطراً على العمود الفقرى مثل الأعصاب والأوعية الدموية الموجودة به. وبتخفيف الضغط على الفقرة تنكمش وتجذب البروز الضاغط على العصب، وبذلك يزول الألم تماماً أو بدرجة يبقى معها بعض الألم المحتمل. وعادة يكون الألم المتبقى محتملاً بحيث يستطيع المريض العودة لعمله مع أقل تدخل جراحى لا يعدو وجود إبرة ورباط طبى للتغطية.

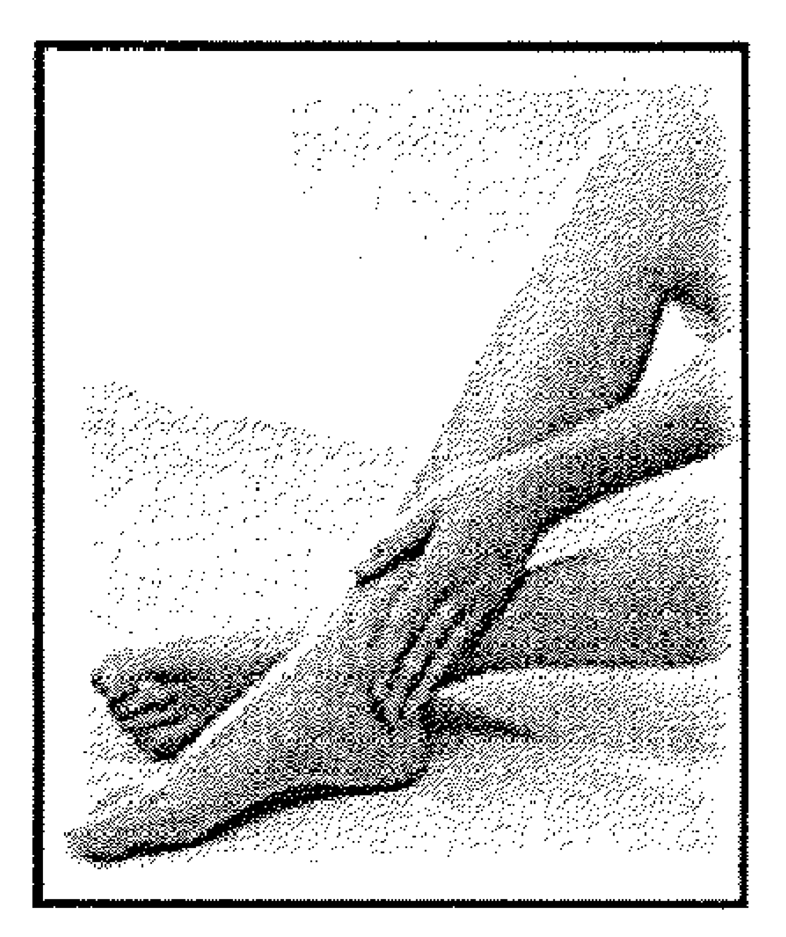
وتستغرق هذه العملية من ١٥ إلى ٣٠ دقيقة من ساعتين لثلاث فى غرف الاستشفاء والنقاهة يعود بعدها المريض لمنزله. والمرضى المعرضون لخطر أثناء إجراء الجراحات والذين قد يعانون من متاعب فى القلب أو من الشيخوخة يمكنهم إجراء هذه العملية. وحتى الوقت الحاضر لم تحدث تعقيدات كبيرة مثل حدوث عدوى أو تلف عصب أو جرح لوعاء دموى رئيسى.

١٠ - ٤ النحت والتشكيل الدهنى (سيلهويت Silhouette):

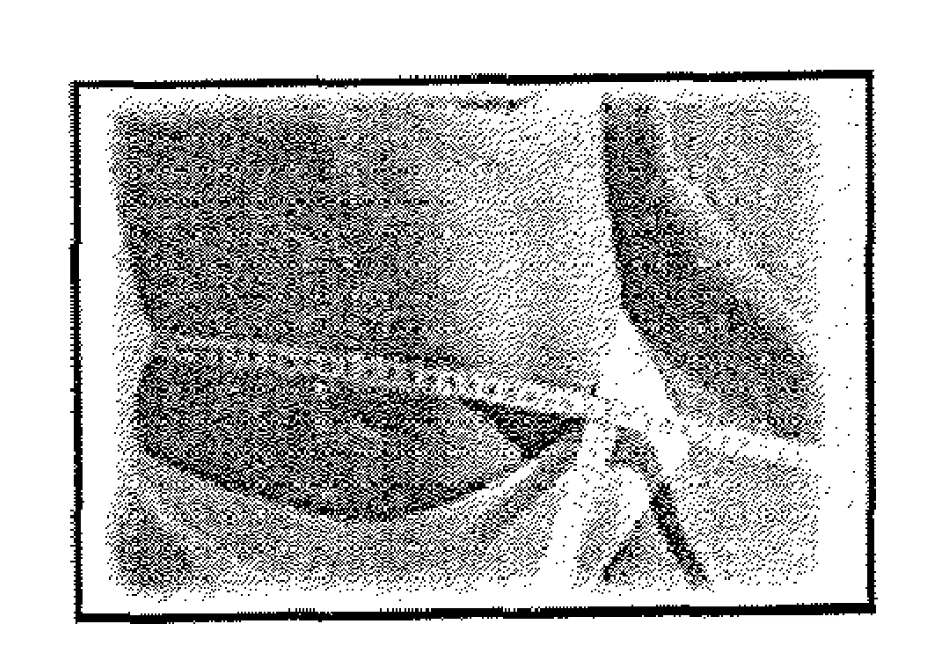
Liponic Sculptting and Contouring :

السيلهويت نوع من العلاج يستخدم فى عمليات التجميل لإزالة الترسبات الدهنية والخلوية. وقد نشأت هذه التقنية وطورت فى فرنسا وأثبتت كفاءتها فى تنعيم البشرة وإزالة الشحوم من البدن وإعادة تشكيل الجسم ولا سيما السيقان. وتقنية السيلهويت معانة بجهاز الحاسوب وملحق بها معدات لعمل «مساج» للعميل مما يجعله يشعر بالاسترخاء والتخلص من الإجهاد والشد العصبى وذلك يؤدى لعلاج الترسبات الدهنية ويكسب الإنسان شكلا رشيقاً.





شكل (٦٧) سيقان وركب تمت معاملتها من خلال مسار سيلهويت واضح الرشاقة والمرونة التى يكتسبها الجسم



شكل (٦٨) ضبط أبعاد الجسم بواسطة برنامج السيلهويت

إن الربط بين هـذه التـقنيـة مع برنـامج خـفـيف للتمارين الرياضية وشرب السوائل بكثرة يمكّن العميل من التـخـلص من الوزن الزائد فى حــدود ٦-٨ أرطال فى خلال فترة المسار العلاجى course.

١٠-٥ علاج الأوعية الدموية بواسطة الليزر:

Laser treatment of blood vessels:

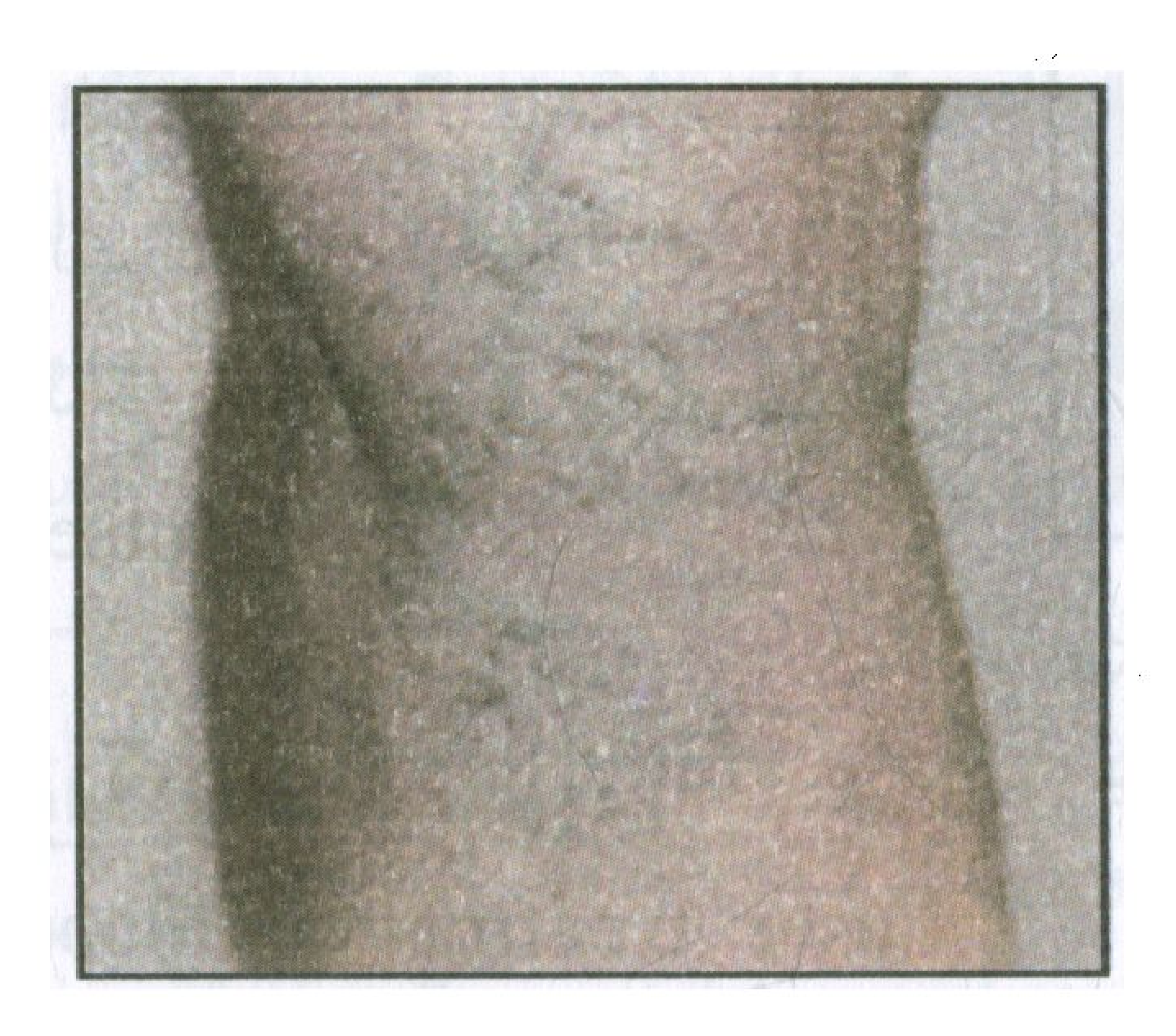
الكثير من مـتاعب وعيوب الأوعيـة الدموية يعالج فى الوقت الحاضر بواسطة أشعة الليزر. ونذكر منها على سبيل المثال لا الحصر الآتى:

- وحـمـة دمـويـة (بقـعـة الخـــمـــر البـرتـغـالى capillary hemangioma(port wine stain).
- وحمة دموية(علامات الفراولة) hemangioma(strawberry marks).
- توسع الشعيرات (انتـفاخ الأوعية الدموية) telangiectasias (dilated blood vessels) .
- دوالى السيقان leg varicosity.
- ندبات حمراء red scars.
- احمرار الوجه facial redness.
- أوردة عنكبوتية (دوالى السيقان العنكبوتية) spider veins .
- ثآليل(زوائد جلدية) warts .
- ورم وعائى (بقع الكريز) angioma(cherry spots).
- تورم الأوعية الليمفية lymphangioma.

ونقدم الآن بعض الأمثلة لعلاج الأنواع المختلفة من دوالى السيقان.

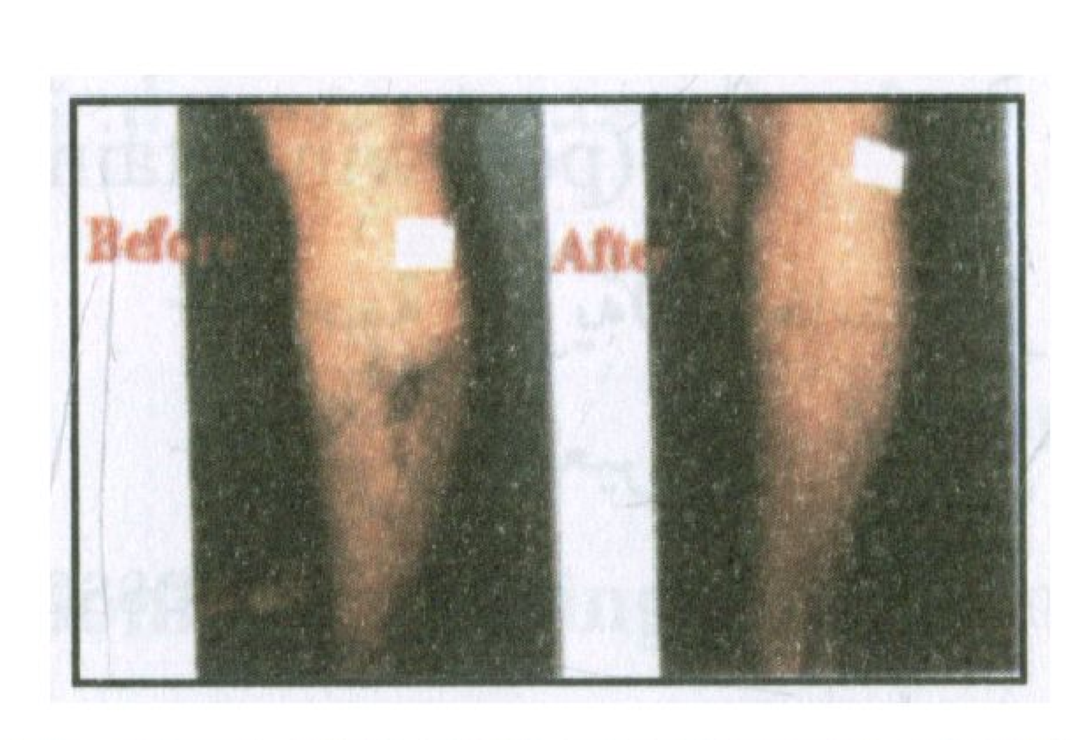
تستخـدم أجهزة الليزر الطبـية فى عمليات توصـيل الأوعية الدموية، ويسـتعمل لذلك ليزر ثانى أكسيد الكربون النبضى ذو القدرة القليلة.

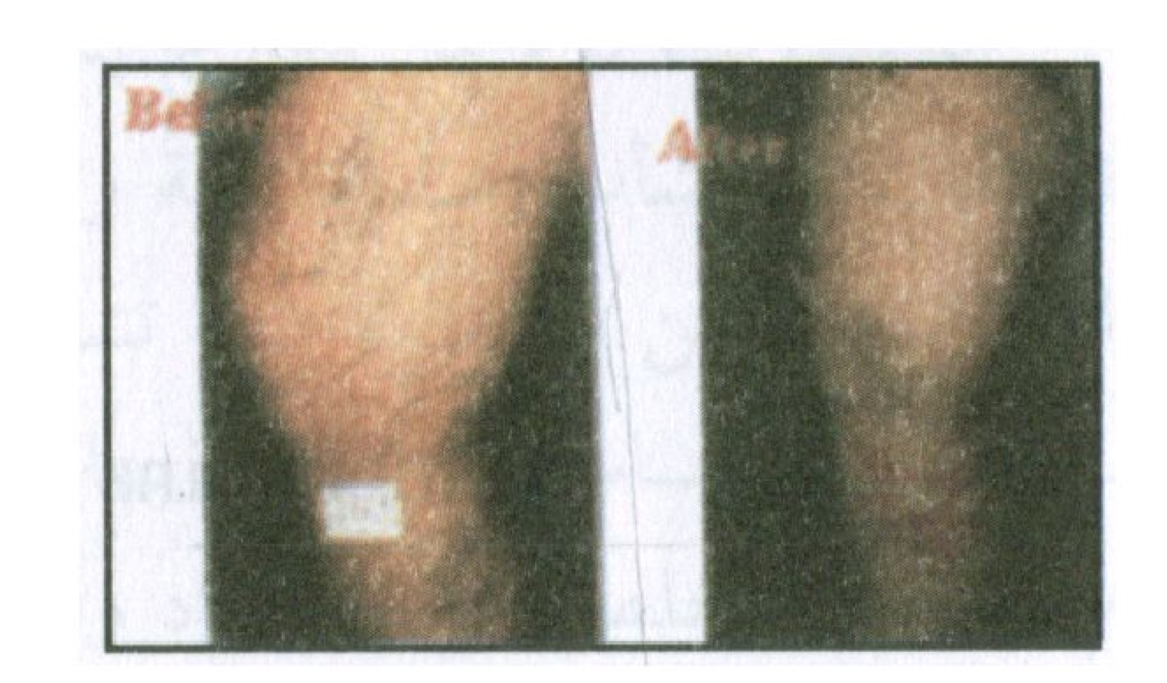
وحتى الآن من الصعب تفسير ميكانيكية عملية اللحام تلك على أسس بيولوجية، لكن البعض يفـسر ذلك بعملية التـخثر Coagulation التى تحدث فى البروتينات عند تسخينها.



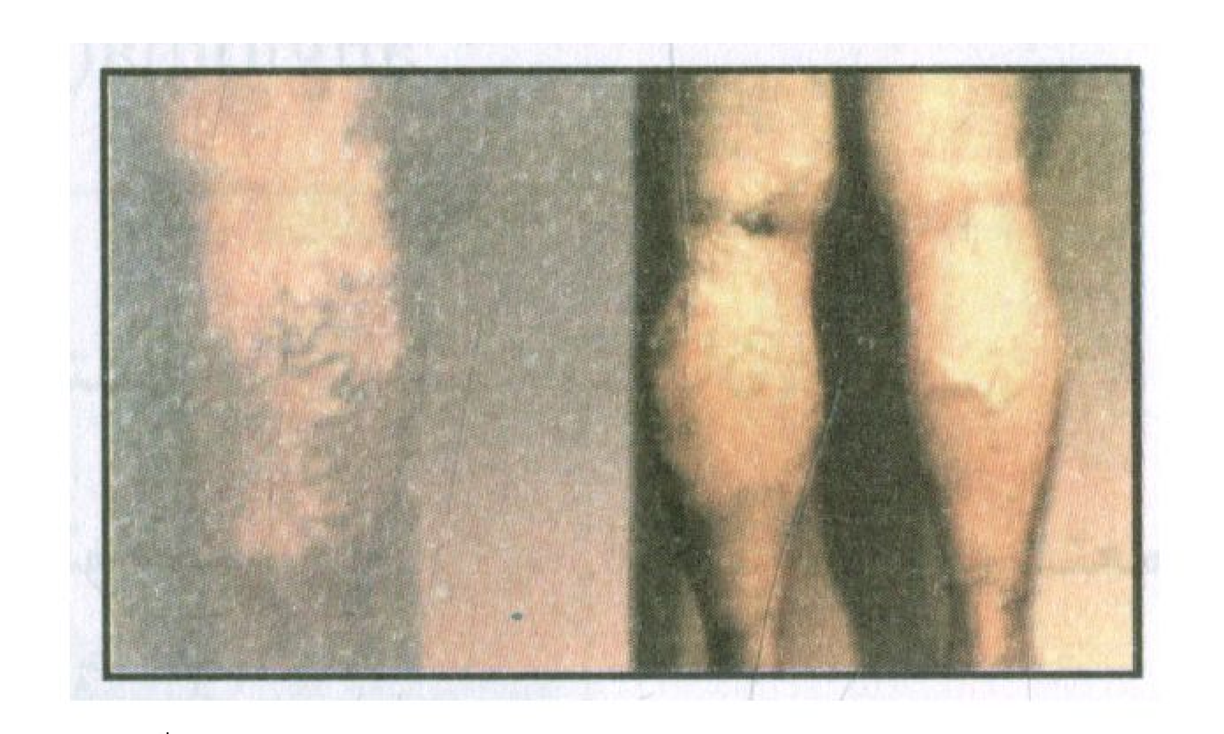
شكل (٦٩) منظر للدوالى العنكبوتية



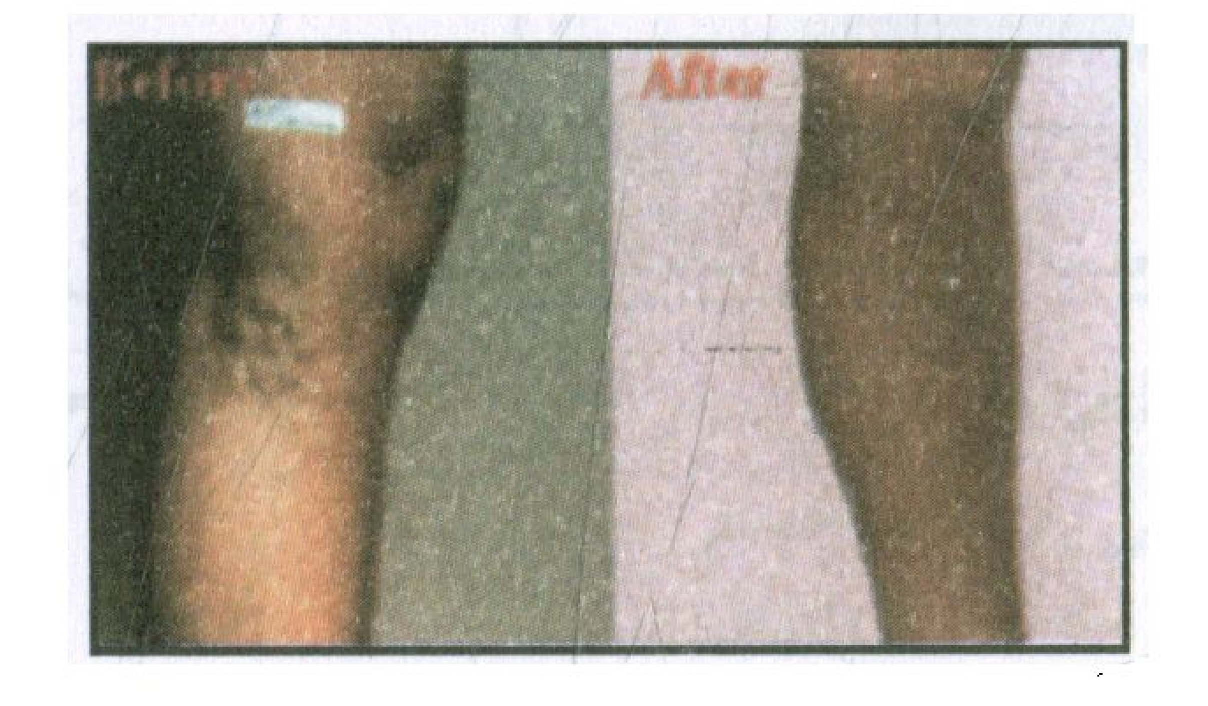












شكل (٧٠) غابة من السيقان المصابة بأنواع مختلفة من اتساع الأوردة (الدوالى) قبل وبعد العلاج

١٠-٦ تسييل الجلطات بأشعة الليزر Laser Thromblysis:

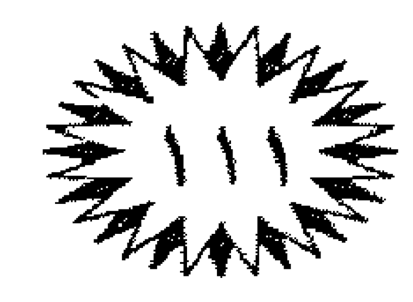
تسييل الجلطات بأشعة الليزر عملية تجرى لإزالة تخثر الدم عن طريق نبضات ليزرية زمنها فى حدود الميكروثانية وترسل إلى العضو الداخلى من خلال قسطرة . وإزالة التجلط(التخثر) ينتج عنه استعادة سريان الدم مع المحافظة على تكامل الأوعية الدموية . وأمراض القلب تحدث غالبا عندما تضيق الأوردة والشرايين بتكون جلطات دموية تعترض مجرى الدم فيها. وهذا يمنع إمداد بعض الأعضاء بكمية كافية من الدم . وهذا قد يؤدى بدوره لظروف بالغة الخطورة مثل حدوث سكتة أو أزمة قلبية.

ولكى يُجرح نسيج ما بواسطة الضوء يجب أن يمتص طاقة الضوء الساقط عليه. وتعتمد كمية امتصاص النسيج للطاقة الضوئية على الطول الموجى للضوء، ومن حسن الطالع أن امتصاص الجلطة للأشعة الكهرومغناطيسية فى منطقة الضوء المرئى أعلى بكثير من امتصاص نسيج الأوردة والشرايين لها. وهذا هو المبدأ المهم الذى يسمح باستخدام أشعة الليزر لتسييل الجلطات دون إلحاق أى ضرر بنسيج الأوعية الدموية . والاختبارات الحالية التى تجرى لتسييل الجلطات بواسطة أشعة الليزر تستخدم فيها ليزرات نابضة زمنها ١-٢ ميكروثانية وتقع فى منطقة طيف الضوء المرئى. إن امتصاص جلطة لأشعة الليزر يؤدى إلى تبخر انفجارى لجزء منها. ويؤدى لتكون فقاعات بخارية سريعة التمدد ثم الانهيار. إن ديناميكية فقاعات البخار تخلق نوعاً من الضغط المرحلى الذى يُقطع الجلطة.

ومن أهم عمليات تسييل الجلطات وتسليك الأوعية الدموية مايلى:

- تسليك الشرايين التاجية Thrombosis of coronary arteries.
- تسليك الشرايين المخية (الدماغية) Thrombosis of cerebral arteries.
- تسليك الشرايين المحيطية (الخارجية) Thrombosis of peripheral arteries.
- تسليك الشرايين الجانبية Thrombosis of bypass grafts.

ويستخدم الليزر فى معامل التجارب لعلاج الترسبات الدهنية التى تسد الشرايين، ولقد أحدثت النتائج الأولية ضجة كبيرة وتم إجراء التجربة على عدد من الموتى الذين توفوا نتيجة أمراض الشرايين التاجية Arteries Coronary ومازال الأمل يراود الأطباء حول إمكانية استخدام الليزر فى علاج تصلب الشرايين Atherosclerosis وحماية



البشر من جلطات القلب والمخ والموت بالسكتة القلبية أو المخية عن طريق استخدام هذا الجهاز الجديد الذى يتألف من أنبوب دقيق قطره أقل من ٣ ملليمترات والذى يمكن عن طريقه تصويب ومضة ضوئية إلى الهدف المقصود داخل الشريان بواسطة ليف بصرى دقيق، وعند حرق الترسبات الدهنية يمكن العمل على امتصاص الشظايا والقطع الدقيقة المتخلفة عن عملية الحرق بواسطة ليف أجوف ثالث.

١٠-٧ استخدام الليزر فى مجال المخ والأعصاب Neuro Surgery:

يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون وليزر الأرجون فى استئصال ورم المخ تماما مع تقليل فرصة نموها مرة أخرى، وتستعمل العديد من المراكز أجهزة الليزر فى كى أماكن النزيف المخى، كما يستخدم فى كى مراكز الألم فى المخ وإزالتها وهذا المجال من الدقة بمكان بحيث من الممكن تسكين الآلام القاسية التى يعانى منها بعض المرضى المصابين بأمراض خطيرة كالسرطان.

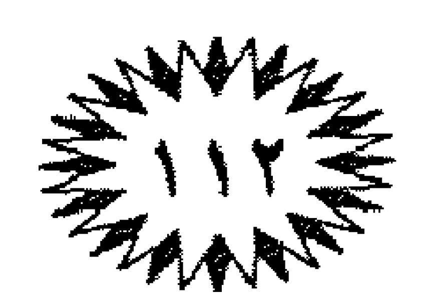
ومن مميزات الليزر فى هذه الجراحات تقنية عدم اللمس ولذلك فإن غشاء المخ لا يتأثر بالعملية، وتقل فترة النقاهة التى يحتاجها المرضى بشكل ملحوظ.

ويعالج الليزر أيضا ورم الأغشية السحائية Meningies والذى كان من الصعوبات الجراحية استئصاله بدون الليزر حيث يتشعب فى الأنسجة المحيطة.

ومن أعظم استخدامات الليزر فى هذا المجال استخدامه لاستئصال الغدة النخامية Pituitary Glsnd وذلك من خلال العظم الوتدى "الإسفينى" Bone Sphenoid بقاع الجمجمة بطريقة سهلة وبأسلوب عدم اللمس.

أما فى جراحات العمود الفقرى فقد استعمل الليزر بنجاح غير تفكير الجراحين تماما وأعطى للجراح المقدرة على إزالة ورم كان من الصعب استئصالها بالكلية بأى حال مثل ورم النخاع الشوكى Spinal Cord Tumors وخاصة الأورام المركزية Central Tumors إذ يقل الضرر الواقع على الحبل الشوكى أو إصابة جذور الأعصاب الخارجة منه.

ويستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون فى عملية قص عضلات الظهر فى عمليات النخاع الشوكى ورفع الغضاريف الفقارية. واستعمال الليزر فى جراحات الظهر فى قص العضلات لا يحدث التشنجات فيها مقارنة بجهاز الكى العادى وبذلك يقل الألم بعد الجراحة.



١٠-٨ استخدام الليزر فى جراحات الأذن والأنف والحنجرة:

Otorhinolaryngology:

يستخدم الليــزر فى جراحة الأذن وخصوصا ليزر الأرجــون الذى يستخدم فى عمليات الأذن الوسطى مثل عمليات قطع الركـابى، وذلك بسبب صغر مقطع الأشعة، حيث يقوم الجراح بعمل عدد من الثـقوب فى لوح القدم لعظم الركاب وبذلك يتم رفعه بأقل أذى ممكن للأذن الوسطى والداخلية.

ويستعـمل ليزر الأرجون فى عمليـات ترقيع طبلة الأذن Tympanoplasty وفى استئصـال الحليمات Polyps والنتوءات الحميدة Benign Growths ويستعمل الليزر أيضا فى عملية استئصال اللوزتين Tonsill ectomy للمرضى المصابين بداء الهيموفيليا -داء نزف الدم- وتقل فـترة النقـاهة بعد عـمليات الليـزر مما يعزز الفـوائد الاقـتـصادية لاستخدامه.

ويستخـدم ليزر ثانى أكسيد الكربون فى اسـتئصال إنجلترا التـجويف الفمى وفى إزالة مقدمات السرطان Pre Cancerous Lesions مثل التقـرن الأبيض للبطانة المغطية للسان. وفى عملية تحرير اللسان من العقدة الخلقية Tongue Tie.

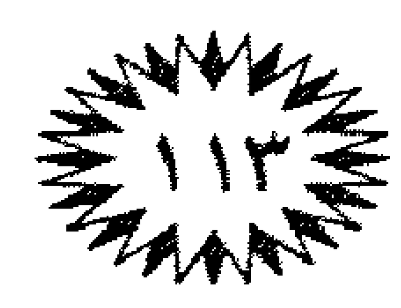
أما فى مـجال جراحات الأنف فيـستخدم الليـزر فى علاج انسداد فتـحة الأنف الخلفية الخلقة وفى إزالة الحليمات Polyposis والالتصاقات.

ويستـخدم ليـزر الياج مع ليـزر ثانى أكسيـد الكربون فى علاج إنجلتـرا القصـبة الهوائية، كعلاج تحفظى على استمـرارية فتح المجرى الهوائى، باستخدام المنظار الضوئى وتستخدم الألياف الضوئية لنفس الغرض.

ومن الاستخدامـات الهامة فى مجال جراحـة الحبال الصوتية يستـخدم الليزر فى الجراحات الدقيقة لإزالة عقد أحبال الصوت وحليماتها، والأورام الحبيبية Granulomas وفى حالات ضيق الحنجرة.

كما يسـتخدم ليزر ثانى أكسيـد الكربون بنتائج طيبة فى علاج مـشكلات مجرى الهواء عند الأطفال حيث تشكل هذه المشكلات خطورة أكبر مما عليه فى البالغين، وذلك بسبب صغر المسالك الهوائية، ويعتبر مثاليا فى علاج حالات الأطفال الرضع.

ويستخدم العلاج الضوءكيميائى فى علاج بعض الأورام التى تسد المجرى الهوائى مع الحد من استـعمالها نتيجـة ما يحدث من مشكلات جلدية، وتجرى التجـارب حاليا على العديد من الأدوية الجديدة التى تقلل هذا التأثير.



أما أحدث التجارب التى يعكف عليها العلماء فهى على ليزر الهولميوم والذى يجمع بين أفضل مميزات ليزر ثانى أكسيد الكربون وليزر النيوديميوم-ياج، كذلك التجارب التى تجرى على ليزر الإربيوم عالى الدقة.

ويحاول العلماء مسابقة الزمن للخروج بالتجارب التى يجرونها إلى حيز التنفيذ الفعلى على معالجة الدوار المتسبب عن آفات الأذن الداخلية، بالليزر وكذلك المتسببة عن مرض مينيرز، Miniris' Disease ولعل التقدم الهائل فى صناعة الألياف البصرية سوف يمكن العلماء فى المستقبل القريب من معالجة انضغاط العصب الوجهى، وقد يمتد هذا الأسلوب لمعالجة الضغط الواقع على أى من الأعصاب المجاورة لبعض العظام وأهمها العصب البصرى أو التراكيب الدقيقة فى قاع -الجمجمة-.

١٠-٩ استخدام الليزر فى علاج أمراض النساء والعقم Gynecology:

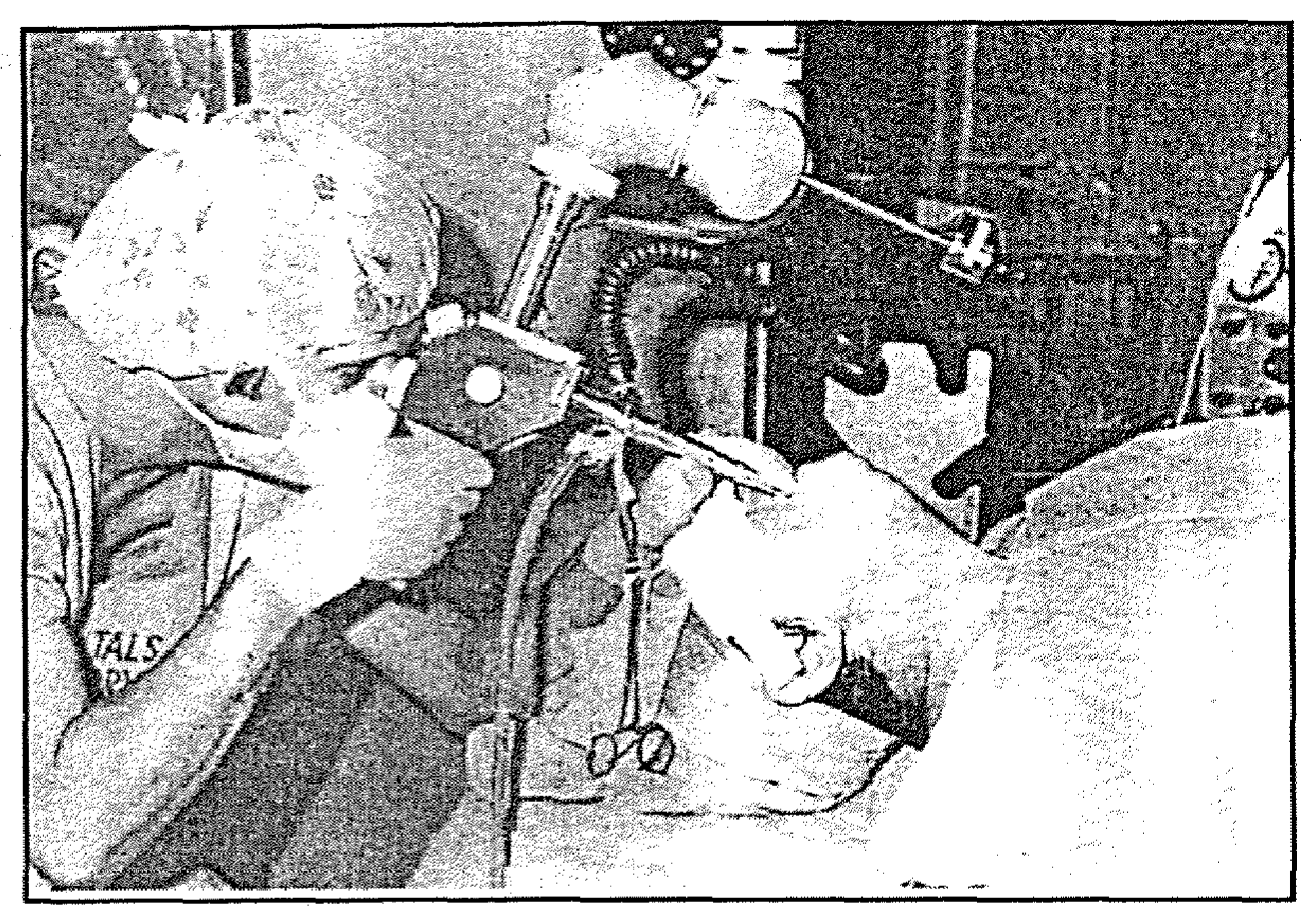
يستخدم الليزر بنجاح فى عمليات النساء وخصوصا ليزر ثانى أكسيد الكربون الذى يستخدم فى استئصال إنجلترا الرحم وفصل الالتصاقات فى أنابيب فالوب وكذلك عمليات ترقيع القناة وإعداد توصيلها، ويستخدم أيضا فى علاج أكياس المبيض وأورامه حيث يمكن استئصال الأورام أو تبخيرها بأقل كمية من النزيف داخل التجويف البريتونى.

ويستخدم الليزر فى علاج ورم الرحم الحميدة Uterine Myomas وكذلك الأورام الليفية Fibroids وينقذ المريضة فى أحيان كثيرة فى عملية استئصال الرحم التى كان يلجأ إليها الجراح فى الماضى.

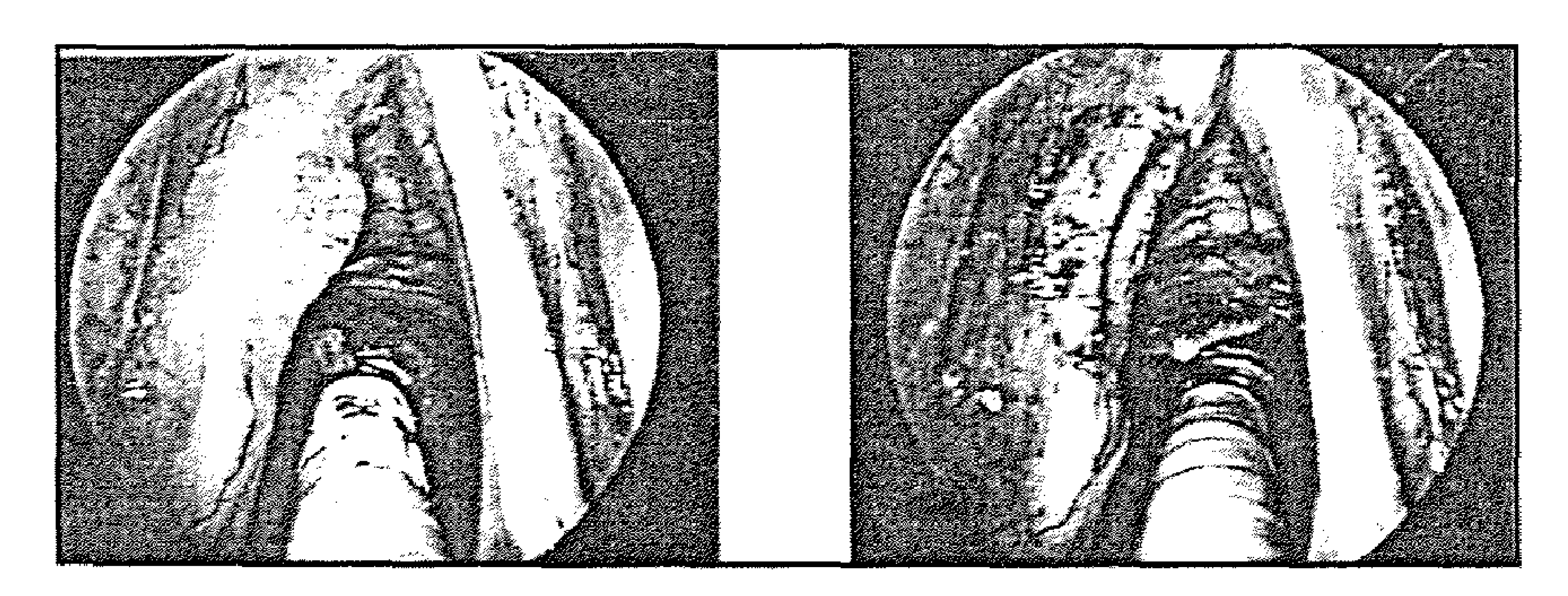
ويستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون فى علاج سرطان عنق الرحم المبكر Cervical Intraepithelial Neoplasia أو CIN ويعد الليزر أفضل الخيارات حيث يعطى نتائج مقاربة لعملية الاستئصال الكلى للرحم، نفس الأمر فى حالة علاج سرطان المهبل.

ويستعمل ليزر النيوديميوم-ياج فى علاج غزارة الحيض Menorrhagia أو فى حالات النزف الشديد من الرحم والذى كان يعالج باستئصال الرحم فى اغلب الأحيان.

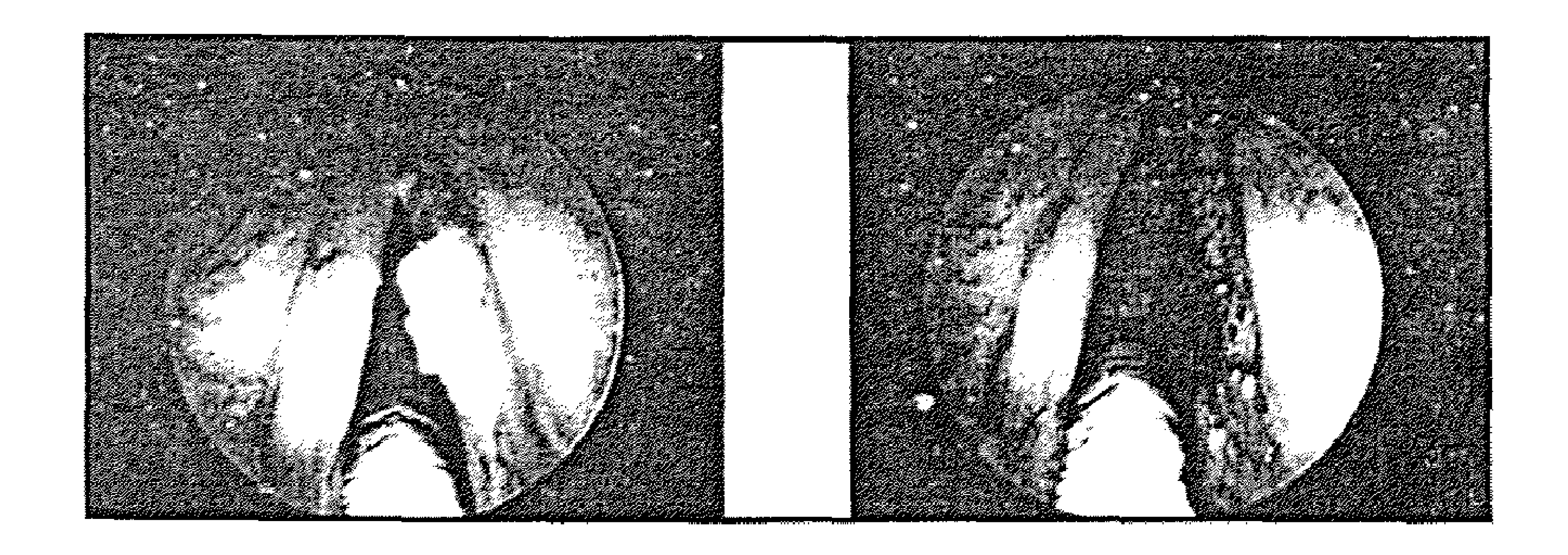
وعلاج الليزر يمكن إجراؤه فى العيادة الخارجية. ويمكن إجراء عملية التعقيم Sterilisation وذلك بإغلاق قناة فالوب، فيدخل محلول ملحى لشفط الرحم وملئه، فى حين يستعمل الليزر فى عملية تخثير بطانة الرحم الداخلية Endometrium وقد استعمل ليزر الياج مع ليزر الأرجون سويا فى علاج ورم البطانة الرحمية وذلك عن



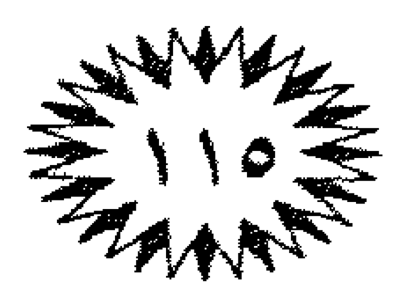
شكل (٧١) منظار الشعب الهوائية المصحوب بجهاز ليزر
ثانى أكسيد الكربون



شكل (٧٢) ورم حميد بالحنجرة قبل وبعد العلاج بالليزر



شكل (٧٣) ورم خبيث بالحنجرة قبل وبعد العلاج بالليزر



طريق منظار البطن باستغلال خاصية ليزر الأرجون فى البحث عن اللون، وبذلك يمكن تخثير المناطق الحمراء الوردية من البطانة. ويعد الآن ليزر ثانى أكسيد الكربون هو المتميز فى إجراء هذه العملية.

١٠-١٠ استخدام الليزر فى جراحة العظام Orthopedics:

يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون فى عمليات العظام فى السنوات القليلة الأخيرة وخاصة عمليات استبدال المفاصل التالفة بمفاصل صناعية Artificial Joints ولقد أحرز العلماء تقدما كبيرا فى نقل شعاع الليزر عبر مناظير المفاصل Arthroscope إلى داخل المفصل، بطريقة تسمح بعملية تشكيل الغضاريف. وهناك العديد من التجارب تجرى على استخدام الليزر فى جراحات العظام التقويمية الدقيقة.

ويحدد لون الشعاع الليزرى مدى كفاءة هذا التأثير فى الأنسجة المختلفة، فتتبخر العظام والغضاريف بطريقة مختلفة عن طريقة تبخر الأنسجة الطرية وذلك لقلة وجود الماء فيها، للعظام القابلية على التوصيل الحرارى إلى الأنسجة المجاورة لها، وبذلك تستخدم نبضات سريعة من الأشعة، وهذه تبدو وكأنها شعاع مستمر ولكنها ليست إلا سلسلة من النبضات السريعة والمتواصلة، تصل إلى حد عدة آلاف من النبضات فى الثانية، وبقدرة تصل إلى ٥٠٠ واط للقيمة العظمى للنبضة، وهذا يؤدى إلى قطع العظم أو الغضروف دون تسخينه كليا، وبذلك يقلل من درجة حرارة العظم عند القطع فلا تصل إلى حد درجة حرارة الاشتعال فيلتهب.

ويمكن السيطرة على كمية الطاقة فى كل نبضة وعدد النبضات وزمن النبضة الواحدة باستخدام الأجهزة المسيطرة المرفقة مع جهاز الليزر، ولم تكن عمليات قطع العظام بواسطة الليزر بالصورة المرضية إلا مع الأجيال الجديدة من الليزرات.

١٠-١١ استخدام الليزر فى جراحة المسالك البولية Urology:

يستخدم الأطباء ليزر ثانى أكسيد الكربون فى العديد من الجراحات المتعلقة بالجهاز البولى التناسلى بالطرق "التقليدية" المفتوحة، بالإضافة إلى ليزر الياج، أما ليزر الأرجون فيقل استخدامه نوعا ما من خلال المنظار لعلاج ورم المثانة الصغيرة، ولتوسيع قناة مجرى البول.

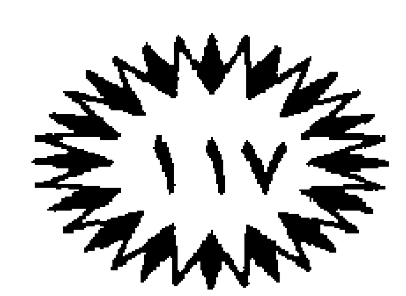
ويستخدم الأطباء ليزر ثانى أكسيد الكربون فى الاستئصال الجزئى للكلية Partial Nephrectomy.

أما ليـزر الياج، فيستـعمل فى عمليـة قطع الكلية، وهذا يقلل بدرجة كبـيرة من كمية الدم المفقود مع احتفاظ الجزء المتبقى بأقصى حيوية له.

ويستعمل حـاليا ليزر الياج فى علاج ورم المثانة وسرطان القضـيب وضيق مجرى البول، وسرطان البروستاتا.

وتجرى حاليـا العديد من الأبحاث المعمليـة لاستخدام الليزر فى عـلاج حصوات الحلب والمثانة بالاستعانة بالألياف البصرية، ومن المتوقع أن يحدث الليزر ثورة قادمة فى مجال الأمراض البولية والتناسلية خصوصا عملية القناة المنوية.





الفصل الحادى عشر

التشخيص بواسطة الضوء

يستطيع الضوء كشف الكثير من خبـايا الأنسجة دون أن يعرضها للتلف. فالضوء يُمكن إنتاجه وتجـميعه من خلال أليـاف ضوئية optical fibers وبالتالى يُمكن إرساله لأعماق سـحيقة فى الجـسم من خلال إبر needles أو قسطرات منظاريه endoscopic catheters. وهذا الفـحص عن بُعد يُمـثل سر قـوة التـقنيات الضـوئية . والضـوء لا يستطيع الاخـتراق بعمق داخل الأنسجـة. فالضوء المرئى ينفُـذ فقط لبضع مليمـترات خلال الأنسـجة. وهذه الخاصـية تُمثل قـوةً وضعفاً لهـذا النوع من التقنيـة. فهى نقطة ضعف لأن الضوء يُمكن فقط أن يكشف حجوماً محدودة من الأنسجة. وهى نقطة قوة لأن مُعظم الجـسم يتكون من طبقات رقيـقة من الأنسجة ولهـذا فإن التقنيات الضـوئية مناسبة جـداً لفحص محلى لطبقات الأنسـجة. والكثير من القرارات الـطبية يُبنى على فحص الطبقات الرقيقة من الأنسجة .

وتقع التطبيقات الطبية لهذا المجال فـى مجموعتين : التحليل الطيفى spectros-copy والتصوير imaging.

١١-١ التحليل الطيفى spectroscopy:

إن اختبار الأنسجة بدون انتـزاعها يُعد ميزة كبيرة. فاختـبار الأنسجة بأخذ عينة ميكروسكوبية يُسبب جُرحـاً يحتاج لفترة لالتئامه. إن عمليه التـئام الجروح تسبب عدم شعور بالراحة لأجل قصير وقد تسبب حدوث ندبات scars تعوق عملية إعادة الاختبار أو على الأقل تبدو بشكل غـير مُستـحب . إن التحليل الطيفى بالضوء المـتعدد الألوان (الطول الموجى) يسـمح بتقـسيم مركـبات الأنسـجة التى تكون الطيف الضـوئى الكلى لنسيج مُـعين. وبالتالى يُمكن تمييـز نسيج ما بواسطة مركـباته بدون الحاجة لأخـذ عينة مجهرية وفحـصها ميكروسكوبيّا. إن هذا الاختبار الضوئى يُطـلق عليه أحيانا "الفحص المجهرى الضوئى optical biopsy" .

هذا النوع من التحليل الطيفى يُمكـن تطبيقه باستخدام تحليـل طيف الامتصاص، تحليل طيف الفلورة، تحليل طيف رامان وتقنيـات تحليلية طيفيـة أخرى. وهناك تقنيات ذات حالة مستقرة ، وتحليل - زمنى وذات مجال تردد.

وهذه بعض الأمثلة الطبية للتحليل الطيفى المستخدمة فى الوقت الحاضر:

١- قياس الأكسچين لتنظيم عملية أكسجة الدم.

٢- تسجـيل حالات السرطان المبكرة التى تصـيب الرئتين ، القولون ، والعـمود الفقرى وأنسجة أخرى باستخدام الفلورة.

٣- فحص واختبار عمليات نقل الدم وأكسجة المخ أثناء ولادة طفل.

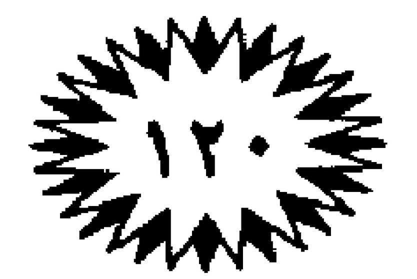
٤- قياس نسبه سكر الجلوكوز بعمل قياسات ضوئية للبشرة .

١١-٢التصوير imaging:

إن تسجيل وجود شيء فى نسيج ما (مثل ورم) أو مسح الحالة الوظيفية فيه (مثل نقل الدم إليه) يتطلب أكـثر من التحليل الطيفى. إن التـوزيع الفراغى لمتغيـر (بارا متر) يتطلب عمـل مسح شامل. إن القـياسات فى أمـاكن متعـددة تُعطى "مثلثـية" مطلوبة لإعطاء رسم شامل والذى يتمثل فى عمل إعادة بناء صورة النسيج فى ثلاثة أبعاد والمبنية على بعض الطرق الإسـبكتـروسكوبيـة للتبـاين . إن نوع التـباين يُـمكن أن يُبنى على الامتـصاص absorption أو التشتت scattering أو الفلورة fluorescence أو تشتت رامان Raman scattering إن استخدام التحليل الطيـفى مع التصوير يُعطى صورة ذات وزن طيفى . إن الصورة الضوئية لا تكون واضحة عادة لكنها تحتوى تحليل طيفى يُمكن من عمل مسح وظائفى . مثل:

- مسح نقل الدم.
- مسح نزيف المخ .
- مسح أكسجة الأنسجة.
- مسح لتوزيع صبغة الفلورة.





الفصل الثاني عشر

بعض المواقع المهمة على الشبكة الدولية

73% Types of lasers:

http://www.ilt.fhg.de/e/lasertutorial/lasertypen.html

CDNOW The following table gives details of a selection of the Medicine most important lasing materials and corresponding types of Buy CD's laser. The list of potential applications is far from complete. Amazon.com More Like This Books &Videos: applications

68% Oxford Lasers Home Page :

http://www.oxfordlasers.com/

Laser Based Systems for High Speed Imaging and Micro Machining. More Like This

67% Universal Lasers : bienvenue !

http://www.universal-lasers.com/

Universal LaserS : Systèmes de Gravure et de Découpe au Laser pilotés par ordinateur.More Like This

64% Laser YAG modules diode laser laser doublé laser vert laser bleu

laser...

http://www.laserfr.com/Lasers.htm

DLK laser offre des lasers pour des applications oem pour l'impression thermique directe la spectrometrie l'holographie, la fluorescence le

médical ainsi que des refroidisseurs thermoelectriques Peltier pour les diodes laser et l electronique et l instrumentation et les services
More Like This

64% Course Code 23720 - Selected Lasers and Applications:
http://www-lti.etec.uni-karlsruhe.de/major/23720.html
Course Code 23720 - Selected Lasers Systems and Applications Catalog Data: SS, 2 lecture hours (Neiger), 2 IC, 3 EC Fundamentals of lasers Textbooks/Required Material :
More Like This

63% About EOT:
http://eotech.com/eot.htm
Electro-Optics Technology, Inc., Manufacturer of faraday isolators and Photodetectors More Like This

Groupe Sources Lasers et Applications 63%:
http://davinci.phy.ulaval.ca/
PAGE EN CONSTRUCTION Présentation du groupe: (Michel Piché)
Le groupe "Sources Lasers et Applications" fait partie de l'équipe " Lasers et optique guidée". More Like This

63% Ruby Laser Applications:
http://www.photomedix.com/CLINAPPS.HTM
Present day systems can be applied to many types of skin conditions including vascular malformations, tattoos, benign pigmented lesions, hair,
wrinkles etc. More Like This

62% Springer London: Lasers in Medical Science:

http://www.springer.co.uk/med/journals/8921.html

Official journal of the European Laser Association Lasers in Medical Science is the premier international forum for the publication of original research papers and review articles on the technical, experimental and clinical use of lasers in medicine and also non-light applications.

More Like This

62% Eureka News Dossier: Laser Technology:

http://eureka.belspo.be/home/ek-news/bro-lasr.htm

This article is an edited version of the brochure published with the Laser Technology Project Folder of 1993. Lasers are devices which emit a powerful, intense, coherent beam of light.

More Like This

62% Bios '98 - Biomedical Optics:

http://www.spie.org/web/meetings/calls/pw98/pw98call_bios.ht...

CDNOW

Part of SPIE's Including international symposia on: Medicine Important headlines Paper Abstracts Due from Authors: Buy CD's Manuscripts Due from Authors: Companies interested inexhibiting at this symposium may contact the Exhibits Amazon.com

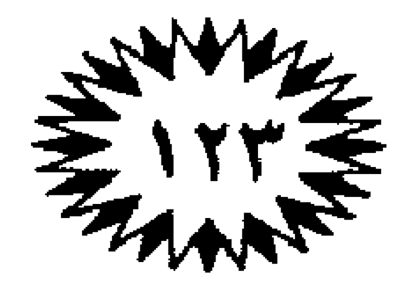
Department at SPIE headquarters, 360/676-3290. Books & More Like This Videos: application...

61% Cs95 - Lasers & Machine Control Systems - L.A.I.:

http://www.cs95.com/laserindex.htm

CS95 -Lasers & Machine Control Systems for all applications

More Like This



61% Asah Medico - Homepage:

http://www.asah.dk/ Lasers in medicine. Surgical and therapeutic lasers

More Like This

61% A Look at Laser Technology - Laser Rangefinders:

http://www.lasertech.com/

A subsidiary of LTI, specializing in Ship Docking Aid Systems Laser Technology, Inc. is a $10 million public company (AMEX:LSR) that designs and manufactures laser-based speed and distance measurement instruments, or laser rangefinders, used in a wide variety of applications ranging from traffic speed enforcement to forestry; from surveying and mapping to golfing and hunting; from docking...

More Like This

61% Understanding Lasers and Fiber Optics and Their Applications:

http://www.gwu.edu/~ceep/2119.htm

Understanding Lasers and Fiber Optics and Their Applications Course 2119 Please contact program director for dates A "fat-free" treatment of a field that is having a huge impact on our lives

More Like This

61% Markets and Applications of Solar-Pumped Lasers:

http://www-mpl.sri.com/projects/ted5985-1.html

Solar-pumped lasers offer the potential of transforming relately low value low intensity, incident solar radiation into a more potent energy source for applications.

More Like This

61% Helium Neon Lasers:

http://www.uniphase.com/products/lasers/henea.htm

Remote power supply Cylindrical head (except self-contained Novette laser system) Linear polarization Lab use for polarization experiments Precision alignment

More Like This

61% Oxford Lasers - Forensics:

http://www.oxfordlasers.com/Forensics.html

Laser-based Forensics Oxford's range of laser systems provide a major breakthrough for forensic applications. Average powers of 10 to 45 Watts enable direct visual examination of even the most weakly luminescent latent prints, for document inspection, or the detection of body fluids, fibers or other trace evidence.

More Like This

61% Forth/iesl Laser and Applications Division Activities:

http://www.iesl.forth.gr/lasergrp/

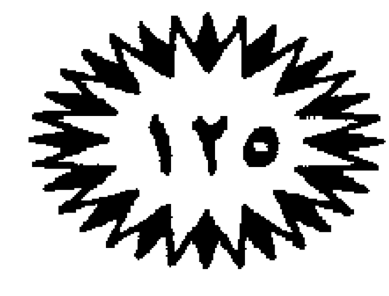
The Laser and Applications Division of I.E.S.L., has a very active and varied role in several key fields of laser related physics and engineering, apart form managing the Ultraviolet Laser Facility.

More Like This

61% PH/CH. Les lasers et leurs applications:

http://www.edisurf.com/ellipses/phy_chi/Detapp.htm

PHYSIQUE / Université Les lasers et leurs applications (N) par Luc Dettwiller Cet ouvrage, intermédiaire entre les livres d'initiation et les traités spécialisés, offre une synthèse originale, actuelle et bien documentée ; il veut transmettre aux étudiants, aux professeurs (en



particulier ceux de terminale S), aux candidats au CAPES ou...
More Like This

60% Company History drugstore.com:

http://www.tui-laser.de/company_profile.html

TUI LASER AG TUI OPTICS GMBH TUILASER AG Company Profile Save money on In 1986, the company "Technolas Lasertechnik GmbH" was founded by Dr. Kristian Hohla to produce excimer lasers medication for medical applications.

More Like This

60% IOP Events - Visible Diode Lasers Books & Amazon.com:

http://iopevents.com/Courses/VDL/index.html

Videos: In a very short time, diode lasers have evolved from the application...laboratory to an essential instrument in an ever-widening range of applications. Improved performance and reliability has seen them used increasingly in communications, spectroscopy and metrology applications.

More Like This

:

60% Redirect

http://www.pannu-laser.com/

Please, wait....More Like This

60% Wound healing using LLLT low level laser therapy soft cold mid:

lll...

http://www.laser.uk.com/intro/LLLT_wound.html

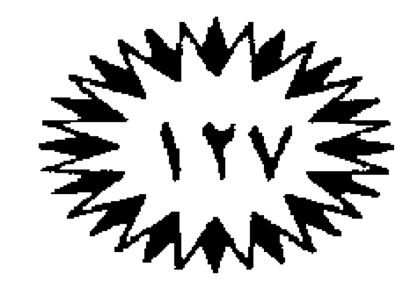
lllt, low level laser therapy, Laser Therapy, LLLT, wound healing, pain

relief, soft , cold , mid, biostimulation
More Like This

60% Products:
http://www.amrich.com.au/laser/products.htm
This page heads the section of our site describing laser products that we supply, including lasers and related products including complete application systems, meters, optics, services, and accessories
More Like This

60% Oxford Lasers:
http://www.optoelectronics-world.com/lfw/lfwco/oxfordlsrs.ht...Oxford Lasers manufacturer of copper vapor lasers, for industry and research applications specializing in high-speed imaging/flow visualization systems, micromachining/materials processing, dye laser pumping...
More Like This

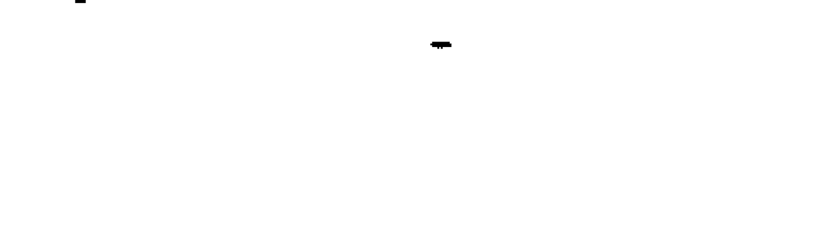
60% Medical Applications of Lasers and Optoelectronics - Internet uide:
http://www.medlaser.com/
Applications of lasers and optoelectronics in medicine, health care, cosmetology, ophthalmology, dentistry, surgery, dermatology etc. Eximer, gas, dye and diode lasers, optics, including ultraviolet, visible and infrared
More Like This
:
60% Oyo Buturi, Vol.60, No.9 (1991)
http://www.laser.ee.es.osaka-u.ac.jp/ap/1991/ob6009/cont6009...
Toshiharu TAKO Advanced excimer lasers Kazuaki SAJIKI, Ryoichi



nodomi and Shuntaro WATANABE Ultrafast molecular dynamics Keitaro YOSHIHARA Particle acceleration by lasers Yoneyoshi KITAGAWA
More Like This

60% Lasers in Medicine Centers Funded:
http://www.spie.org/web/oer/april/apr98/lasermed.html
OE Reports 172 - April 1998 by Jennifer M. The Office of Health and Environmental Research of the U.S. Department of Energy's Office of Energy Research has granted funding for five Centers of Excellence for Laser Applications in Medicine.
More Like This

60% Lasers in Ophthalmology - Ophthalmology - 04/27/98:
http://ophthalmology.miningco.com/library/weekly/aa042798.ht...
Lasers in Ophthalmology, from your Mining Co.
More Like This



القاموس الصغير

English	العربية
Absorption	امتصاص
Absorption factor	عامل الامتصاص (النسبة بين الإشعاع الكلى الممتص والكلى الساقط)
Absorption line	خط الأمتصاص. خط مظلم فى ظيف مستمر
Absorption mass	كتلة الامتصاص
Absorption	طيف الامتصاص
Acne	حب الشباب
Angioma(Cherry Spots)	ورم وعائى(بقع الكريز)
Aphthous Ulcers	قرح قلاعية
Astigmatic Keratotomy (AK)	شق القرنية اللابؤرى
Astigmatism	اللانقطية(اللابؤرية)
Atomic Gas Laser	ليزر الحالة الغازية (الذرية)
Atlenuation coefficient	معامل التوهين
Automated Lamellar Kerato-plasty (ALK)	تقويم القرنية الصفائحى المُؤتمت
Back Pain	ألم الظهر
Backward - Bias	توصيل خلفى
Beam	شعاع
Benign Tumor	ورم حميد
Blepharoplasty	ترقيع الأجفان
Blur	ضبابى
Capillary Hemangioma(Port Wine Stain)	وحمة الشعيرات الدموية
Capsular Bag	حقيبة كبسولية
Cascade process	عملية تعاقبية
Cataract	المياه البيضاء

Catheter	قسطرة
Cathode ray lamp	مصباح أشعة الكاثود
Cerebral Arteries	شرايين مخية
Chemical Laser	ليزر الحالة الكيميائية
Chromticity	نوعية لون الضوء
Chronic Open Angle Glaucoma	جلوكوما مُزمنة ذات زاوية مفتوحة
Clot	تخثر(تجلط)
Coagulation	تخثر-تجلط
Coherence	ترابط
Coherent	مترابط
Complete diffusion	انتشار كامل
Complete radiation	إشعاع كامل
Conducting medium	وسط موصل
Conducation	توصيل أو نقل
Conductors	الموصلات
Congential	خلقى
Contact Lenses	عدسات لاصقة
Continous spectru	طيف متصل
Cornea	قرنية
Continuos waves (C. W)	أمواج متصلة
Corneal Cap	قبعة القرنية
Coronary Arteries	الاسدران-الاصدران
Detached Retina	شبكية مُنفصلة
Detachment of Retina	انفصال الشبكية
Diabetic Retinopathy	الانفصال الشبكى السكرى
Diode	صمام ثنائى
Doping	التطعيم

Electromagnatics	الكهرومغناطيسيات
Energy Gap	ثغرة طاقة
Energy level	مناسيب الطاقة
Energy Pumping	ضخ الطاقة
Energy spectrum	طيف الطاقة
Excitation energy	طاقة الإثارة
Excited atom	ذرة مثارة
Excited State	منسوب مثار
Facial Redness	احمرار الوجه
Facial Skin Rejuvenation	استعادة شباب البشرة
Fluorescence	تفلور
Fall out	تساقط إشعاعى
Fertile material	مادة خصبة
Fibre Bundle	حزمة ألياف ضوئية
Fibre optics	ألياف بصرية
Forward - Bias	توصيل أمامى
Gingvectomies	بتر جزء من اللثة
Glaucoma	المياه الزرقاء
Graft	تطعيم النسيج الحى جراحياً
Ground State	منسوب أرضى
Guide Tracks	خطوط إرشاد
Harmonic motion	حركة توافقية
Heat generation	توليد الحرارة
Heat loss	فقد حرارى
Heat value	القيمة الحرارية
Hemangioma(Strawberry Marks)	وحمة(دموية)(وحمات الفراولة)



Hexagonal Keratotomy	شق القرنية السداسى
Hinge	مفصلة
Holography	التصوير التجسيمى بأشعة الليزر
Hyperopia	طول البصر
Ideal fluid	مائع مثالى
Ideal gas	غاز مثالى
Ignitor	مشعل
Illuminating power	قزرة إضائية
Illuminating intensity	شدة الإضاءة
Incident	ساقط ـ وارد
Incoherent	غير مترابط
Indefinite	غير محدد
Inert(rare)-Gas	غاز خامل (نادر)
Infra - red - rays	أشعة تحت حمراء
Incherent	متأصل
Insulators	العوازل
Ionic Gas Laser	ليزر الحالة الغازية (الأيونية)
Kinetic energy	طاقة الحركة
Laser Assisted In-Situ Keratom-(ileusis(LASIK)	البتر المُعان بأشعة الليزر لجزء من القرنية فى مكانه الأصلى
Leg Veins	أوردة القدم
Lesions	آفات
Light Emitting Diode (LED)	صمام ثنائى باعث للضوء
Liquid Laser	ليزر الحالة السائلة
Lyman series	متسلسلة ليمان طيف الهيدروجين فى نطاق الأشعة فوق البنفسجية
Lymphangioma	تورم الأوعية الليمفية

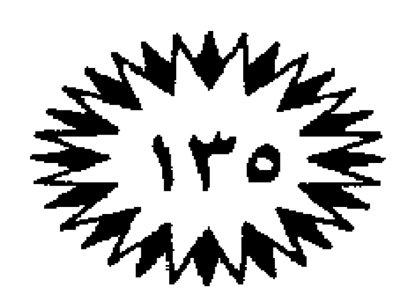


Malignant Tumor	ورم خبيث
Metastable States (energy lev-els)	مناسيب شبه مستقرة
Modern Microsurgery	جراحة ميكروسكوبية حديثة
Molecular Beam	حزمة جزيئية
Molecular Gas Laser	ليزر الحالة الغازية (الجزيئية)
Myopia	قصر البصر
Non-Thermal	غير حرارى
Nuclear stability	استقرار نووى
Ophthalomolgy	طب العيون
Orthopaedic	جراحة التشوهات
Oscillation frequency	تردد الذبذبات
Peripheral Arteries	شرايين محيطية
Phacoemulsification	استحلاب العدسة البلورية
Phase	طور
Phase Change	تغير طورى
Photo conductive	مكشاف للطاقة الإشعاعية ذو موصلية ضوئية
Photodiode	ثنائى ضوئى صمام
Photons	فوتونات
(Photo-Refractive Keratectomy (PRK)	البتر الانكسارى الضوئى لجزء من القرنية
Plasma Laser	ليزر البلازما
PN-junction	الوصلة الثنائية
Polarization	استقطاب
Population inversion	الانقلاب الإسكانى



Presbyopia	ضعف عضلات تركيز البصر (طول البصر الشيخوخى)
Quantum Theory	نظرية الكم
Radial Keratotomy (RK)	شق القرنية النصف قطرى
Radio Waves	أمواج الراديو
Recoilenergy	طاقة الإرتداد
Reconstructive	تقويم
Recurrent	متكرر - معود
Refractive Surgery	الجراحة الانكسارية
Retina	شبكية العين
Scarring	حدوث ندبات
Sciatica	عرق النسا
Sclera	قزحية
Semiconductor	أشباه الموصلات
Semiconductor Laser	ليزر أشباه الموصلات
Senil	شيخوخى
Skin Discoloration	تغير لون الجلد أو زواله
Skin Resurfacing	سنفرة البشرة
Slit lamp	المصباح الشقى
Snoring	شخير
Solar cell	خلية شمسية
Solid State Laser	ليزر الحالة الصلبة
Spider Veins	أوردة عنكبوتية
Spontaneous Emission	انبعاث تلقائى
Sterilization	تعقيم
Stimulated Emission	الانبعاث المُسَتَحث(المُحفِز)
Tatto	وشم

Telangiectasias(Dilated Blood Vessels)	توسع الشعيرات الدموية
Thermal	حرارى
Thrombosis	تسييل(أو نزيف)الدم
Tissue	أنسجة
Trabecular network	شبكة الجواجة
Tumor	ورم
Ultraviolet	أشعة فوق بنفسجية
Urology	أمراض المسالك البولية
Vascular	وعائي
Vaporization	تبخر
Vascular Disease	مرض وعائى(وعاء دموى)
Vision Defects	عيوب الإبصار
Warts	ثآليل(زوائد جلدية)
Wrinkles	تجعد الجلد
Xanthophell	الزانثوفيل (صبغة صفراء)



ثبت المراجع

أولا: المراجع العربية:

١ ـ أساسيات البصريات:

ـ فرنسيس جنكيز ـ هارفى أهويت ـ ترجمة الدكتور/ عبد الفتاح أحمد الشاذلى.

ـ د/ سعيد الجزيرى.

ـ مراجعة أ.د. محمد عبد المقصود النادى ـ الدار الدولية للنشر والتوزيع.

٢ ـ أساسيات الفيزياء:

ـ تأليف ف ـ بوش أستاذ الفيزياء دايتون ترجمة د/ سعيد الجزيرى قسم الفيزياء ـ كلية العلوم ـ جامعة القاهرة.

ـ د/ محمد أمين سليمان ـ قسم الفيزياء كلية العلوم ـ جامعة القاهرة.

مراجعة أ.د/ محمد عبد المقصود النادى أستاذ الفيزياء النووية ـ كلية العلوم ـ جامعة القاهرة.

٣ ـ استئناس أشعة الليزر:

ـ د/ محمود الشربينى ـ العلم العدد ٢٦ ـ الصفحة ٣٦.

٤ ـ الأهرام القاهرية:

ـ العلم فى حياتنا ـ مارس ١٩٩٣.

٥ ـ أشعة الليزر:

ـ د/ نايل بركات ـ مجلة العلم العدد ٣ ـ الصفحة ٢٠ .

٦ ـ باقة من الأضواء:

ـ أ. د/ محمود مختار ـ أ.د/ محمد رمضان هدارة ـ من إصدارات أكاديمية البحث العلمى ـ مصر.

٧ ـ تكنولوچيا الليزر واستخداماته العلمية:

ـ فاروق محمد العامرى ـ مركز ناصر للدراسات الإلكترونية الدار المصرية اللبنانية.

٨ ـ الجديد فى العلم والطب:

العربى الكويتية أكتوبر ١٩٩٢ .

٩ ـ الطاقة ومصادرها:

ـ دكتور/ أحمد مدحت إسلام ـ مكتبة جامعة الأزهر.

١٠ ـ قصة الليزر:

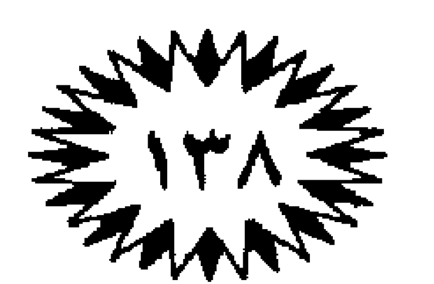
تأليف/ جون م. كارول ـ ترجمة ميشيل تكلا ـ مؤسسة سجل العرب.

١١ ـ الكيمياء التحليلية:

ـ د/ بدر الدين عواد السيد ـ قسم الكيمياء ـ كلية العلوم ـ جامعة الأزهر.

١٢ ـ الليزر بين النظرية والتطبيق:

ـ أ. د/ نايل بركات محمد ـ سلسلة العلم والحياة (٢).



١٣ ـ الليزر فى الطب (مدخل إلى الاستخدامات الطبية لأشعة الليزر):

ـ تأليف ستيفن. ن. جوف ـ جريتورى. ت. أبستن ـ ترجمة رياض عزيز مرزة ـ مراجعة د/ عمار حسين ـ منشورات المكتبة العالمية ـ بغداد.

١٤ ـ الليزر والميزر:

ـ فاروق محمد العامرى ـ مركز ناصر للدراسات الإلكترونية ـ الدار المصرية اللبنانية.

١٥ ـ الليزر ثورة فى عالم الضوء:

ـ د/ عبد اللطيف أبو السعود ـ العربى الكويتية العدد ٢٤٩ ـ ١٩٧٩.

١٦ ـ الليزر حل يبحث عن مشكلة:

ـ د/ مهدى رحمة الله ـ أستاذ مساعد ـ قسم الفيزياء كلية العلوم ـ جامعة بغداد.

١٧ ـ الليزر بين التكنولوچيا والتطبيق:

ـ د/ على إبراهيم مهدى ـ سلسلة كتاب الثقافة العلمية.

١٨ ـ ليزر:

ـ د/ محمود عبد المطلب ـ مجلة العلم ٣٤٤ ص ٤١.

١٩ ـ الليزر على مشارف القرن القادم:

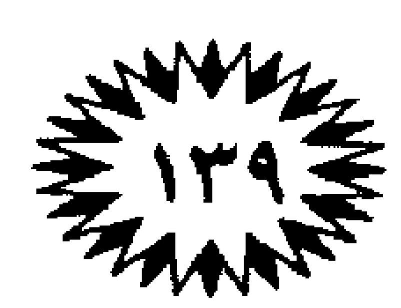
ـ مهندس/ شكرى عبد السميع ـ العلم العدد ٦٣ ـ الصفحة ٢٤.

٢٠ ـ الليزر واستعمالاته الطبية:

ـ أ/ مصطفى شحاته ـ العلم ـ العدد ١٣٧ ـ الصفحة ٣٦.

٢١ ـ معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية الجديد:

ـ أحمد شفيق الخطيب ـ مكتبة لبنان.



ثانيا: المراجع الأجنبية:

Absten , GT. (1986):

Laser biophysics for the physician In RATZ, JL.(ed.) Lasers in cutaneous medicine and surgery. Year book medical publisher, INC pp 12 -17 .

Absten , GT. (1989):

types of surgical lasers In. Joffe SN(ed.) Lasers in general surgery.williams &wilkins . U.A.S. pp 1-15 .

Alderson, D. and **Wright, PD**.. **(1990)** :

Laser recanalization versus endoscopic intubation in the palliation of malignant dysphagia. Br. J. Surg. Vol. 70: 1151-1153 .

Ansanelli, VW.(1989) :

Radical axillary lymph node dissection with Carbon dioxide lasers. In.joffe , SN. (ed.) lasers in general surgery williams &wilkins. pp 34-39

Aronoff, BL . (1983):

Lasers in general surgery. World J. Surg. Vol . 7: 681-683

Aronoff, BL. (1989):

Carbon dioxide lasers in general surgery In. Joffe, SN. (ed.) lasers in general surgery . williams &wilkins U.S.A : pp 65-81 .

Baxter, GD ; Diamanto Poulos , C ; O'kane , S . et al. (1995)

Laser physics . In. therapeutic lasers theory and practice 1st. ed. (churcill living stone , Robert Stevenson House.UK.) pp 23 - 47 .

Beiser, A. (1995):

Atomic structure . In. concept of modern physics 5th ed. Mc Graw – Hill ; Inc. New York. pp 140-145.

Berlien, HP. and Muller, G . (1988) :
Laser in medicine. Advances in laser medicine 1. First German symposium on laser Angioplasty pp 45-64 .

Blatt, FJ. (1992) :
Masers and Lasers modern physics . Mc Graw – Hill , Inc . pp 190-193

Brown, DC. & Smith, JS . (1992) :
surface laser ablation of internal hemorrhoids using the Carbon dioxide laser. J. R. Coll. Surg. Edinb, Vol . 37 : 51

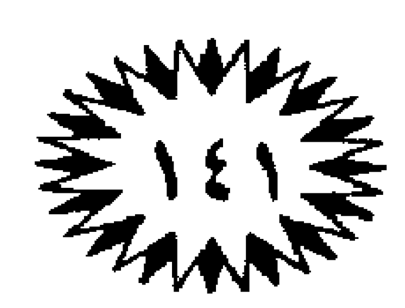
Buchi, KN. & Brunetaud, JM. (1987) :
Endoscopic gastrointestinal laser therapy. In. Dixon, JA. surgical applications of lasers 2nd ed. Year book medical publishen , Inc. pp 95-118 .

Bueche, FJ. & Jerde, DA(1995) :
Laser light . In. principles of physics 6th ed. Mc Graw – Hill , Inc. New York . pp 856-859 .

Byrne, DJ ,. Jones , L & Pringle , R. (1993):
The use of Nd: YAG laser in the treatment of rectal carcinoma and adenoma J. R . Coll. Surg. Edinb, Vol. 83: 36-40

Castro, DJ ,. Saxton , RE. & Soudant , J (1996) :
The concept of laser phototherapy. In.Ossoff,RH . & Reinisch ,L.(ed.) Laser Applications in otolaryngology . The otolaryngologic clinics of north America Vol. 29 (6) : 1011 - 1029

Choichi, S.&Louis J. (1992) :
Endoscopic interventional management of bleeding duodenal and gastric ulcers In. Gastric surgery. The surgical clinics of north America. Vol. 72(2) : 317 - 334.



Choy DSJ . (1988) :
History of laser in angioplasty. In. Advances in laser medicine 1. First German symposium on laser angioplasty pp 50-56 .

Daly, CJ . (1989) :
Laser cholecystectomy In. Joffe, SN. (ed.) Lasers in general surgery . williams &wilkins pp 40-46 .

Dixon, JA. (1987) :
General surgical applications of lasers. In. Surgical applications of lasers . Year book medical publishers. Inc. pp 119-143.

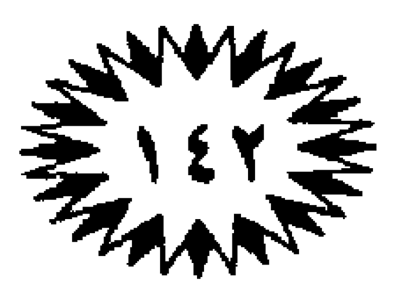
Dolsky, RL . (1984) :
Argon laser skin surgery. In laser surgery. Surgical clinics of north America Vol. 64 (5) : 861 – 870 .

Endres, JC . & Steinhagen, RM. (1994) :
Laser in anorectal surgery. Surgical clinics of North America Vol. 74(6) :1415 .

Enwemeka, CS . (1988) :
Laser biostimulation of healing wounds specific effects and mechanisms of action. The journal of orthopedic and sports physical therapy (JOSPT) Vol. 9(10) : 333-338 .

Fleischer, D . (1984) :
Endoscopic laser therapy for gastrointestinal neoplasms. In. Laser Surgery.Surgical clinics of north America Vol. 64(5) : 947 – 954 .

Fleischer D. (1985) :
Endoscopic Nd: YAG laser therapy for active esophageal variceal bleeding. In Gastrointestinal Endoscopy .Vol. 31: 4 -9 .



Fuller, TA . (1984) :

The characteristics in operation of surgical lasers. In . Laser surgery . The surgical clinics of north America. Vol. 64(5) : 843 – 850 .

Fuller, TA . (1985) :

Laser physics In smith, J A. Lasers in urologic surgery. Year book medical publishers Inc. pp 1-14.

Fuller, TA . (1987) :

Fundamentals of laser in surgery and medicine. In Dixon, J A. Surgical applications of lasers . Year book medical publishers . Inc. pp 16 – 33 .

Gadacz, TR . (1990) :

Laparoscopic cholecystectomy. In Biliary tract surgery. The surgical clinics of north America. Vol.70 (6): 1252 - 1253

Garden, JM & Bokus AD . (1996) :

Dye Lasers In dermatology . In Roenigk RK & Roenigk , HH (eds.) Dermatologic surgery 2nd ed. Marcel Dekker , Inc. pp 1011- 1020 .

Glassberg, E . , Walker , K., & Lask , GP.(1996) :

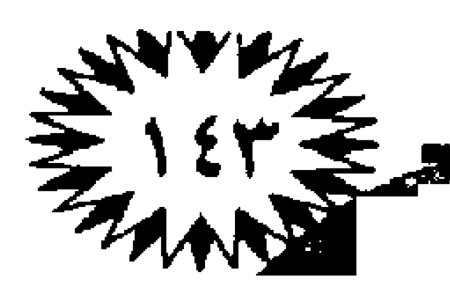
Laser in dermatology. In. lask , GP & Moy , RL. (eds.) principles and techniques of cutaneous surgery. International ed. Mc Graw – Hill pp 445- 467 .

Gogia, PP . (1995) :

Low energy laser in wound management. Clinical wound management : Bond , JH pp : 165 - 172 .

Halliday, D. , Resnick , R ., & Krane ,KS. (1992) :

How a laser works .In. physics 4th ed. John Wiley & Soms , Inc. pp: 1107 - 1110.



Hershman, MJ. & Rosin RD.(1992) :

Laparoscopic laser cholecystectomy. First 200 patients Annals of the Royal collage of surgeons of England Vol. 74 : 242- 247 .

Hunter, JG. (1989) :
Endoscopic laser application in the gastrointestinal tract. In. endoscopic Laser applications . Surgical clinics of north America. Vol. 69(6): 1147 – 1166 .

Jacques, SL. (1992) :
Laser tissue interaction. In. Laser in general surgery . Surg. Clinics of north America. Vol. 72(3) : 531 – 558 .

Joffe, SN.& Schroder, T. (1987) :
Laser in general surgery. Advances in surgery vol. 20: 125-149

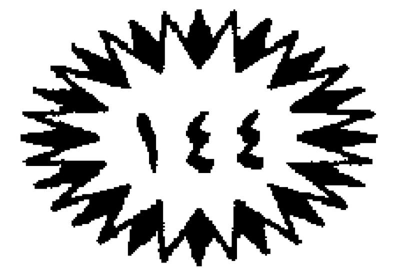
Joffe, SN.(1989) :
Application of laser in gastrointestinal bleeding. In Joffe, SN. Laser in general surgery Williams & wilkins U.S.A. pp: 173 – 183 .

Joffe , SN. (1989) :
Liver resection . In Joffe SN. Laser In general surgery . Williams & wilkins U.S.A. pp: 82 – 95 .

Johnson, GD & Taylor, I . (1992) :
Surgery for haemorrhoids.Recent advances in surgery Vol . 15 : 109 - 112.

Julius, C. & Guttman, C . (1998) :
Photo dynamic therapy (PDT) yields 90 % cure rates for skin cancer. Dermatology Times Today vol. 1(3) : 2 – 5 .

kauvar, NB. & Geronemus, RG . (1996) :
Laser treatment of tattos and pigmented lesions. In Roenigk ,RK. Roenigk's, HH . (eds.) Dermatologic



surgery principles and practice – 2nd ed Marcel Dekker, Inc. pp : 1021- 1037 .

kirschner, RA & Unger, M . (1984) :
Introduction to laser surgery. Laser surgery. The surg. Clinics of north America. Vol. 64(5) : pp 839-842.

kouzu, T & Isono, K. (1989) :
Percutaneous treatment of gall stones. In Joffe, SN. ed laser in general surgery Williams & wilkins U.S.A. pp : 47- 54 .

Lanzafame, RJ., Herrera , H .,& Pennino , RP et al.(1989) :
Breast surgery with the laser. In Joffe SN. Laser in general surgery. Williams and wilkins U.S.A. pp : 25- 33

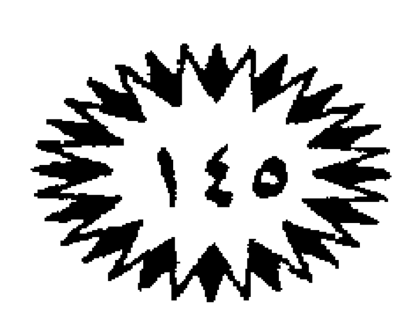
Lundergan, DK . (1985) :
Laser safety In smith, JA. Lasers in urologic surgery . Year book medical publisher Inc. pp 151- 157 .

Lundergan, DK. (1987) :
Practical laser safety. In Dixon JA. Surgery applications of lasers. Year book publisher Inc. pp 79- 93 .

Mc Caughan, JS . (1988) :
Photo dynamic Therapy of malignancies. In Joffe SN. Lasers in general surgery Williams & Wilkins U.S.A. pp 254- 274 .

Mester, F.A. & Adam M. (1989) :
Laser biostimulation in wound healing. In Joffe, SN. Lasers in general surgery Williams & Wilkins U.S.A. pp 275- 284 .

Mohr, RM. , Bernard , C . & Mc Donnell , DO. et al. (1984) :
Safety considerations and safety protocol for laser surgery. In Laser surgery . The surgical clinics of north America.
Vol. 64(5) : 851 – 860 .



Muller, G. & berlien, HP . (1988) :
Laser in medicine. Advances in laser medicine 1. First German symposium on laser angioplasty p 45 .

Otchy, P. &Nelson, R . (1993) :
Radiation injuries of the colon and rectum. In James, M.B. Motility disorders of The gastrointestinal tract .The surgical clinics of north America. Vol. 73 (6) : 1023

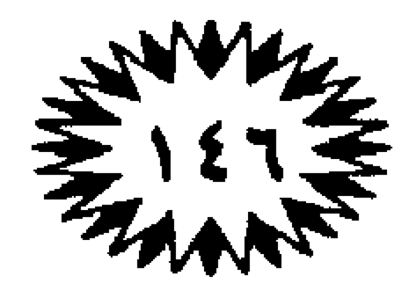
Ponec, RJ. & Kimmey, MB. (1997) :
Endoscopic therapy of esophageal cancer. In.Surgery of the Esophagus . The surg. Clinics of north America. Vol. 77 (5) : 1197 – 1217 .

Ponsky, JL . (1992) :
Alternative methods in the management of bile duct stones. In laparoscopy for general surgeon. Surgical clinics of north America vol. 72 (5) : 1099 – 1107 .

Ratz, JL.& Bailin , PL.(1996) :
Carbon dioxide laser In Roenigk RK.& Roenigk , HH. (eds.) Dermatologic surgery 2nd ed. Marcel Dekker , Inc. pp 997 – 1009.

Reinisch, L . & Ossoff, RH . (1996) :
Conclusion and Future out look . In Laser applications in otolaryngology . Otolaryngologic clinics of north America vol. 29 (6) :1079 - 1086.

Reinisch, L.(1996) :
Laser physics and tissue interaction.In Laser applications in otolaryngology. The otolaryngologic clinics of north America vol. 29 (6): 893 – 914 .



Rosio, TI . (1996) :

Basic laser physics In Roenigk Rk.& Roenigk , HH .(eds.) Dermatologic surgery. pp 947 – 976 .

Sankar MY. (1989) :

Contact Nd: YAG laser hemorrhoidectomy. In Joffe, SN. Laser in general surgery. williams & wilkins U.S.A. pp 137- 149 .

Sankar, MY . (1989) :

Contact Nd: YAG laser resectional vaporization as palliative therapy in esophageal carcinoma. In Joffe SN. Laser in general surgery . Williams & wilkins U.S.A. pp 160- 172 .

Schneider , PD. (1992) :

Liver resection and Laser hyperthermia . surgical clinics of north America . Vol. 72: 623 – 639 .

Schrock, TR . (1989) :

Lower gastrointestinal bleeding, In surgical endoscopy. The surgical clinics of north America.Vol.69(6):1320-1323

Scott, AND. , McMillan , L. & Greville , AC. et al. (1992) :

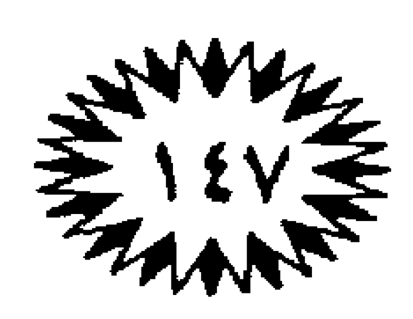
Laparoscopic laser cholecystectomy results of the technique in 210 patients, Ann of the Royal collage of surgeons of England. Vol. 74: 237- 241.

Sliney, DH . (1989) :

Laser safety in general surgery. In Joffe , SN. Laser in general surgery williams & wilkins U.S.A pp 16- 24.

Smith, LE.(1992):

Hemorrhoidectomy with laser and other contemporary modalities, surgical clinics of north America vol. 72 (3): 665- 680 .



Snow, TP. & Shull JM . (1986) :
Light and the atom . In Physics.West publishing company . pp 772 – 779 .

Sugawa, C. & Joseph, Al.(1992) :
Endoscopic interventional management of bleeding duodenal and gastric ulcers. Surgical clinics of north America vol. 72 (2) : 317 – 334 .

Tajiri, H.(1989) :
Endoscopic treatment of early gastric carcinoma. In Joffe SN. Lasers in general surgery Williams & wilkins U.S.A pp 184- 191 .

Treat, MR., Mehmet , C. , & Bass , LS . (1992) :
New technologies and future applications of surgical Lasers: the right tool for the right job . In Lasers in general surgery . The surgical clinics of north America. vol. 72(3) : 705 – 742 .

Wei, YU. , Naim , JO . , & Lanzafame , RJ . (1997) :
Effects of photostimulation on wound healing in diabetic mice. In lasers in surgery and medicine pp 56-63 .

Wieman, TJ. & Fingar VH. (1992) :
Photodynamic therapy. Laser in general surgery. Surgical clinics of north America. vol. 72.(3) : 609 – 622 .

Williams, IM . , Lewis , DK . and Shandall ,AA. et al. (1994)
Laparoscopic cholecystectomy laser or electrocautary ? J.R. coll. Surg. Edinb. Vol. 39(6) : 348- 349 .

٢٠٠١/٣٠٠٩	رقم الإيداع
977- 10-1429-3	I. S. B. N الترقيم الدولي

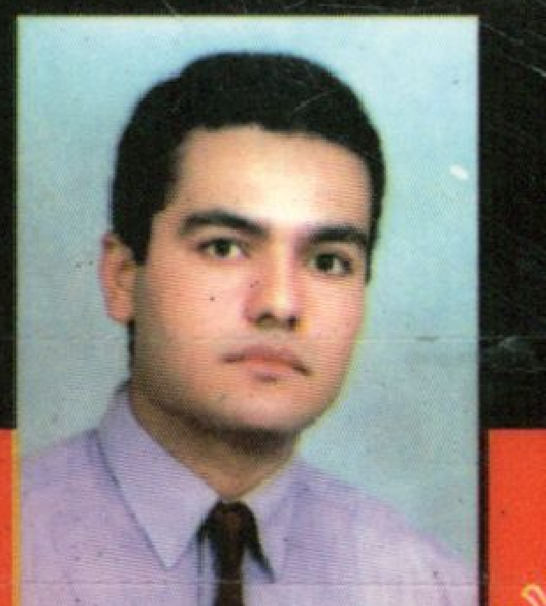
هذه السلسلة

إن مصطلح «التنوير العلمى» وعلاقته بدور الثقافة العلمية فى تنمية المجتمعات يكتسب فى عصرنا أهمية متزايدة، وخاصة بعد التفجر المعرفى الهائل الذى غيَّر كثيراً فى الأنماط الفكرية والسلوكية للإنسان، وبعد أن تدخل العلم بنظرياته وتقنياته في مختلف مجالات النشاط الإنسانى. ذلك أن الثقافة بمعناها الشامل هى فى واقع الأمر ثقافة للحياة باعتبارها موضوع البحث لكل العلوم على اختلاف مجالاتها.

وقد تولى التخطيط لإصدار هذه السلسلة أهل الخبرة والاختصاص من علماء الأمة ومفكريها للإسهام فى نشر الثقافة العلمية الرشيدة.

د. أحمد النافى

حصل على بكالوريوس العلوم فى الفيزياء «درجة خاصة» بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى B.Sc عام ١٩٧٠ من كلية العلوم -جامعة القاهرة، وماجستير العلوم فى الفيزياء النووية M.Sc عام ١٩٧٤ من نفس الكلية، وعلى دكتوراه الفلسفة فى العلوم الفيزيائية والرياضية Ph.D. عام ١٩٧٧، وعلى دكتوراه العلوم D.Sc فى فيزياء الطاقات العالية عام ١٩٩٣ من المعهد الدولى المشترك للبحوث النووية JINR دوبنا - روسيا.



د. رشاد فؤاد السيد

- بكالوريوس الطب والجرا
- ماجستير الجراح
استخدامات الليزر فى
العامة إبريل ١٩٩٨ .
- مدرس مساعد الجراحة
جامعة الأزهر بالقاهرة.
- حاصل على جائزة أكاد
فى الكتابة العلمية الم
«أشعة الليزر ومجالات
١٩٩٤ .



فى الأونة الأخيرة وفى خضم هذا التسارع الرهيب فى العلوم والمعارف ظهرت أهمية الليزر كمادة فعالة فى عالم الفيزياء، وإن هذا الكتاب يمثل تكاملا بين هذا الفرع من العلوم وعلم الطب.

وقد روعى فى الكتاب التسلسل المنطقى فى عرضه للمادة العلمية بدءا بمعنى كلمة «الليزر» وشرح الأسس العلمية لإنتاج الليزر والشروط الواجب توافرها لحدوث انبعاث محفز لأشعة الليزر. كما يقدم الكتاب كيفية استخدام الليزر فى علاج أمراض الجلد - الأورام السرطانية - الجراحة العامة.. إلخ.

ولا يدع الكتاب ثغرة فى جدار المعرفة إلا ووضع فيها اللبنة المناسبة فيمد القارئ بالمراجع والمصطلحات والأماكن المتعلقة بالموضوع على شبكة الإنترنت.

تطلب جميع منشوراتنا من وكيلنا الوحيد بالكويت والجزائر
دار الكتاب الحديث